

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC

MÉMOIRE PRÉSENTÉ À
L'UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À TROIS-RIVIÈRES

COMME EXIGENCE PARTIELLE
DE LA MAÎTRISE EN SCIENCES DE L'ENVIRONNEMENT

PAR
KARINE LACASSE

CARACTÉRISATION GÉOCHIMIQUE ET ISOTOPIQUE DES AQUIFÈRES
DU SUD-OUEST DE LA MAURICIE

DÉCEMBRE 2013

Université du Québec à Trois-Rivières

Service de la bibliothèque

Avertissement

L'auteur de ce mémoire ou de cette thèse a autorisé l'Université du Québec à Trois-Rivières à diffuser, à des fins non lucratives, une copie de son mémoire ou de sa thèse.

Cette diffusion n'entraîne pas une renonciation de la part de l'auteur à ses droits de propriété intellectuelle, incluant le droit d'auteur, sur ce mémoire ou cette thèse. Notamment, la reproduction ou la publication de la totalité ou d'une partie importante de ce mémoire ou de cette thèse requiert son autorisation.

REMERCIEMENTS

Au terme de cette maîtrise, je tiens à remercier sincèrement M. Stéphane Campeau, directeur de recherche, pour m'avoir donné la chance d'effectuer cette maîtrise, pour ses idées, pour sa grande disponibilité ainsi que pour ses judicieux conseils scientifiques, techniques et didactiques. Je tiens également à remercier M. Vincent Cloutier, codirecteur de recherche, pour son intérêt pour le projet et pour avoir clarifié plusieurs parties des travaux. De plus, je remercie M. Yves Leblanc, membre du comité d'orientation, pour tous ses bons conseils en hydrogéologie et sa grande disponibilité ainsi que M. Gilbert Cabana, membre du comité d'orientation, pour ses commentaires constructifs et pour avoir accepté d'évaluer ce mémoire.

Je souhaiterais, par la même occasion, remercier Mme Isabelle Prévost, M. Jean-François Dauphinais, Mme Paloma De Linares et M. Francis Clément (étudiants de 1^{er} et 2^e cycle à l'Université du Québec à Trois-Rivières) qui m'ont tous accompagnée sur le terrain pendant la période d'échantillonnage du mois de juin 2010 à janvier 2012. En outre, je désirerais remercier M. Guillaume Légaré-Couture et M. Thomas Rousseau-Beaumier (étudiants de 2^e cycle à l'Université du Québec à Trois-Rivières) qui m'ont été d'une aide importante en ce qui concerne la géomatique.

Je tiens à souligner l'importance de la contribution financière du ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs du Québec (MDDEFP) via le *Programme d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines*. Ce projet de recherche a également bénéficié du support financier de la Conférence régionale des élus de la Mauricie et de la MRC de Maskinongé. De plus, je remercie le Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada (CRSNG) ainsi que le Fonds de recherche du Québec – Nature et technologies (FRQNT) pour leur contribution financière.

Finalement, je tiens à remercier sincèrement les nombreux propriétaires de puits, les municipalités, les commerces et les industries pour leur collaboration à l'étude.

RÉSUMÉ

Au Québec, l'eau souterraine représente une excellente source d'approvisionnement en eau potable. Cette ressource alimente 20 % de la population québécoise et approvisionne près de 90 % du territoire habité. Les connaissances sur les eaux souterraines au niveau régional demeurent cependant fragmentaires. Seules quelques études régionales furent complétées au cours des dix dernières années au Québec et aucune en Mauricie. Dans le cadre du Programme d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines du ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs, le département des sciences de l'environnement de l'Université du Québec à Trois-Rivières a réalisé un projet de caractérisation des eaux souterraines du sud-ouest de la Mauricie entre 2009 et 2013. Le territoire à l'étude comporte 20 municipalités qui s'approvisionnent, en totalité ou en partie, à partir des eaux souterraines. Au total, 56 % de la population du territoire visé est approvisionnée à partir des eaux souterraines, soit plus de 125 000 habitants. Le secteur à l'étude est abondamment pourvu d'aquifères constitués de matériaux granulaires superficiels, tels le paléo-delta de la rivière Saint-Maurice, la moraine de Saint-Narcisse et les hautes terrasses sablonneuses remaniées par le littoral de la mer de Champlain.

Le projet de recherche avait pour objectif de procéder à l'analyse géochimique, isotopique et bactériologique des aquifères du sud-ouest de la Mauricie à partir des échantillons récoltés dans 243 puits entre l'été 2010 et l'hiver 2012. Les objectifs spécifiques étaient les suivants : 1) identifier et cartographier les dépassements de critères de qualité des eaux souterraines; 2) identifier les sources potentielles de contamination des eaux souterraines; 3) déterminer l'influence des contextes hydrogéologiques et géologiques sur la géochimie des eaux souterraines; 4) évaluer les taux de renouvellement des principaux aquifères et 5) présenter un modèle conceptuel de l'évolution hydrogéochimique des eaux souterraines du sud-ouest de la Mauricie.

Les 243 échantillons d'eaux souterraines ont été prélevés dans différents types d'ouvrage de captage (puits tubulaires, puits-citernes, piézomètres, pointes filtrantes, captages horizontaux et sources) ainsi que dans différents contextes hydrogéologiques. Près de 50 paramètres géochimiques (anions, nutriments, métaux et sulfures), 6 isotopes stables (azote 15, deutérium, oxygène 18 et carbone 13) et radioactifs (carbone 14 et tritium) ainsi que cinq paramètres microbiologiques ont été analysés. Dans le cas de ces derniers, seuls les puits privés furent analysés (120 puits), puisque les puits municipaux font déjà l'objet d'un suivi.

Les eaux souterraines du territoire sont fréquemment affectées par des problématiques de qualité de l'eau, notamment en ce qui concerne les concentrations en coliformes, en fer, en manganèse, en chlorures, en nitrates et en fluorures. En ce qui concerne la contamination bactériologique, 39 % des 120 puits résidentiels échantillonnés dépassaient au moins une des normes bactériologiques. La contamination bactériologique des puits privés est attribuable à la proximité des sources de bactéries

(fosses septiques et champs d'épuration, épandages agricoles, etc.) combinée soit à la vulnérabilité élevée de l'aquifère (nappe libre, matériau de surface perméable, taux de recharge élevé) ou à la vulnérabilité des puits eux-mêmes (puits de surface, accumulation d'eau autour du puits, absence de collerette étanche, margelle insuffisante) facilitant l'infiltration d'eaux de surface contaminées vers le puits. Les puits les plus vulnérables sont les puits de surface, situés dans les aquifères granulaires à nappe libre, dans les zones urbaines ou à vocation agricole. Lorsque ces quatre facteurs de risque sont réunis, la probabilité que les puits soient contaminés est de 70 %.

Mises à part les normes bactériologiques, 7 % des 243 puits échantillonnés dépassaient une des normes d'eau potable reliées notamment aux concentrations en fluorures, en baryum et en nitrates. Les dépassements en fluorures (4 % des puits) et en baryum (2 %) sont d'origine naturelle. Les matériaux en place contiendraient une forte proportion de fluorures expliquant la concentration élevée de cet anion par le passage de l'eau dans les fissures du socle rocheux, principalement dans les nappes captives. Les dépassements en baryum ont également été observés en condition confinée dans la plaine argileuse et dans le paléo-delta de la rivière Saint-Maurice et semblent être liés à la présence d'eau salée fossile. En ce qui concerne les nitrates, bien qu'il n'y ait qu'un seul dépassement de la norme, 19 puits (9 %) présentaient des concentrations entre 3 et 10 mg/L, ce qui est considéré comme étant au-dessus du bruit de fond naturel. Une analyse isotopique (tritium et ^{15}N), dans un des secteurs touchés par les nitrates, suggère que les concentrations élevées seraient entre autres liées à l'épandage de fertilisants agricoles. L'analyse de la distribution spatiale des puits suggère que les portions du territoire possédant une vocation agricole, particulièrement dans les aquifères granulaires à nappe libre, présentent des risques accrus de contenir des concentrations élevées en nitrites et en nitrates.

En ce qui concerne les normes d'ordre esthétique, les problématiques les plus fréquentes sont reliées à des concentrations excessives en manganèse, en fer, en matières dissoutes totales, en chlorures, en sodium et en sulfures. La dureté de l'eau et le pH sont également hors-norme dans certains puits. Sur les 243 puits résidentiels et municipaux échantillonnés, 37 % dépassaient la norme esthétique concernant le manganèse et 22 % dépassaient la norme esthétique du fer. Cette problématique est fréquente sur l'aquifère à nappe libre du paléo-delta de la rivière Saint-Maurice, à l'intérieur des limites de la ville de Trois-Rivières, pour laquelle il s'agit d'un enjeu économique important, puisque des activités de traitement d'eau et de réhabilitation de puits sont souvent nécessaires. Ces métaux sont généralement présents à l'état naturel en raison de l'altération météorique des roches et des minéraux. Au stade actuel des recherches, l'hypothèse la plus plausible pouvant expliquer les variations spatiales dans les concentrations en fer et manganèse à l'intérieur du même aquifère serait la dégradation de la matière organique en surface. Cette hypothèse est basée notamment sur la présence de milieux humides en amont de la majorité des puits possédant de fortes concentrations en fer et manganèse. La présence de matière organique diminue les concentrations en oxygène et en nitrates dans les eaux souterraines, créant un milieu réducteur, ce qui peut accélérer la solubilisation du fer et du manganèse puisque ces ions agissent comme donneurs d'électrons. La matière organique proviendrait principalement des milieux humides.

Les matières dissoutes totales sont composées de sels inorganiques et de petites quantités de matières organiques. Près de 7 % des puits dépassaient la norme esthétique reliée aux matières dissoutes, surtout au sud de la Mauricie. Les dépassements en nappe captive peuvent être expliqués par des causes naturelles, telles la présence d'une eau salée fossile ou la géologie en place, alors que les dépassements en nappe libre peuvent être reliés au ruissellement en milieux urbain, agricole ou industriel et aux sels déglacants. Dans le cas des dépassements esthétiques en chlorures (6 % des puits) et en sodium (3 %), les concentrations élevées dans les nappes libres seraient liées à l'épandage de sels déglacants, alors que les concentrations élevées dans les nappes captives seraient liées à la séquestration d'eau marine fossile de la mer de Champlain il y a plus de 10 000 ans. Aucune recommandation n'existe en ce qui concerne la dureté de l'eau. Toutefois, les concentrations > 500 mg/L sont considérées comme étant inacceptables pour l'eau potable. Au total, neuf dépassements ont été observés, souvent associés à la présence d'eau salée fossile ou à de fortes concentrations en différents ions.

Les isotopes stables et radioactifs ont démontré que les aquifères de la Mauricie renferment des eaux datant de moins d'un an, soit une eau météorique moderne, à plusieurs milliers d'années, soit l'eau fossile reliée à l'ancienne mer de Champlain ou, encore le mélange d'une eau provenant de formations géologiques plus anciennes. Au niveau de la géochimie, 10 types d'eau dominants ont été identifiés sur le territoire, dont le type Ca-HCO_3 qui est le plus récurrent. Ce type d'eau se situe surtout dans les zones de recharge et est lié à la dissolution des carbonates. Les contextes hydrogéologiques, soit le type de nappe et le type d'aquifère, semblent influencer la qualité d'eau. Les aquifères régionaux à nappe libre renferment généralement des eaux souterraines moins âgées, moins évoluées et moins minéralisées que les aquifères à nappe captive. Ces résultats ont permis de développer un modèle conceptuel de l'évolution et de l'origine des eaux souterraines en Mauricie.

Mots-clés : Eau souterraine, Géochimie, Bactériologie, Isotopes environnementaux, Qualité de l'eau, Contaminations, Géomatique, Sud-ouest de la Mauricie

TABLE DES MATIÈRES

REMERCIEMENTS	ii
RÉSUMÉ.....	iii
LISTE DES TABLEAUX.....	viii
LISTE DES FIGURES	x
INTRODUCTION.....	1
CHAPITRE I	
PROBLÉMATIQUE ET MISE EN CONTEXTE DU PROJET.....	3
1.1 Hydrogéochimie et types d'eau souterraine	3
1.2 Isotopes environnementaux et datation des eaux souterraines	5
1.3 Qualité physico-chimique et bactériologique des eaux souterraines	11
CHAPITRE II	
OBJECTIFS	15
CHAPITRE III	
TERRITOIRE À L'ÉTUDE	16
3.1 Description du territoire.....	16
3.2 Contexte géologique	20
3.2.1 Province géologique du Grenville	20
3.2.2 Basses-Terres du Saint-Laurent	21
3.2.3 Formations superficielles d'âge Quaternaire	22
3.3 Contextes hydrogéologiques locaux	27
CHAPITRE IV	
MÉTHODOLOGIE	30
4.1 Échantillonnage de l'eau souterraine.....	30
4.1.1 Sélection des puits échantillonnés	30
4.1.2 Protocole d'échantillonnage	33
4.1.3 Travaux de terrain	35
4.2 Travaux de laboratoire.....	37
4.3 Validation des résultats.....	38
4.4 Caractérisation géochimique, microbiologique et isotopique	41

4.4.2 Analyses isotopiques.....	43
4.5 Représentation cartographique des résultats.....	46
CHAPITRE V	
RÉSULTATS.....	47
5.1 Statistiques descriptives.....	47
5.2 Dépassements des recommandations pour la qualité de l'eau potable	48
5.3 Types d'eau dominants	56
5.4 Analyses statistiques multivariées	63
5.5 Qualité d'eau par aquifère	78
5.6 Les chlorures.....	83
5.7 Le fer et le manganèse	86
5.8 Les nitrites-nitrates	90
5.9 Les bactéries	98
5.9.1 Dépassements des normes selon les activités potentiellement polluantes à proximité.....	99
5.9.2 Dépassements des normes selon le type de puits.....	100
5.9.3 Dépassements des normes selon le type de matériel géologique.....	100
5.9.4 Dépassements des normes selon le type de nappe	101
5.9.5 Dépassements des normes selon le nombre de facteurs identifiés par puits.....	102
5.10 Les isotopes	105
CHAPITRE VI	
DISCUSSION	113
6.1 Qualité de l'eau par aquifère.....	113
6.2 Modèle conceptuel de l'origine et de l'évolution des eaux souterraines	118
CONCLUSION.....	122
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	124
ANNEXE A	
CARTOGRAPHIE DE LA GÉOCHIMIE DES AQUIFÈRES DU SUD-OUEST DE LA MAURICIE.....	131
ANNEXE B	
BASE DE DONNÉES GÉOCHIMIQUES.....	167

LISTE DES TABLEAUX

Tableau	Page
3.1 Description de quelques-uns des principaux aquifères du sud-ouest de la Mauricie	28
4.1 Nombre d'échantillons en fonction de la superficie de chaque municipalité du territoire.....	32
4.2 Nombre d'ouvrages de captage échantillonnés selon les contextes hydrogéologiques.....	33
4.3 Résumé du protocole d'échantillonnage du laboratoire Biolab pour les paramètres bactériologiques.....	34
4.4 Résumé du protocole d'échantillonnage du laboratoire Maxxam pour les paramètres géochimiques et isotopiques.....	34
4.5 Résultats de la balance ionique pour les 40 échantillons excédant 10 % de débalancement.....	40
5.1 Statistiques descriptives pour les 243 puits échantillonnés	47
5.2 Dépassements des concentrations maximales acceptables (CMA) (Santé Canada, 2012)	50
5.3 Dépassements des objectifs esthétiques (OE) (Santé Canada, 2012)	51
5.4 Types d'eaux souterraines du sud-ouest de la Mauricie	57
5.5 Variance des données pour les trois premiers facteurs de l'ACP	64
5.6 Caractéristiques hydrogéologiques et médianes des variables géochimiques et isotopiques pour chacun des sept principaux regroupements.....	68
5.7 Description des aquifères granulaires du sud-ouest de la Mauricie.....	79
5.8 Description des aquifères fracturés du sud-ouest de la Mauricie	80
5.9 Médianes des principales variables géochimiques et isotopiques des aquifères granulaires du sud-ouest de la Mauricie.....	81

5.10	Médianes des principales variables géochimiques et isotopiques des aquifères fracturés du sud-ouest de la Mauricie	82
5.11	Nombre de dépassements en fer et en manganèse par municipalité	87
5.12	Caractéristiques des sept puits possédant de fortes concentrations en nitrites-nitrates localisés dans le secteur de Saint-Louis-de-France	96
5.13	Résultats de la correction isotopique pour le ^{14}C avec la méthode statistique de Vogel (1970)	105
5.14	Âge des échantillons d'eau souterraine selon leur concentration en tritium .	106
6.1	Qualité de l'eau souterraine pour les aquifères granulaires au sud-ouest de la Mauricie	114
6.2	Qualité de l'eau souterraine pour les aquifères fracturés au sud-ouest de la Mauricie	117
B.1	Base de données géochimiques – Caractéristiques des puits	168
B.2	Base de données géochimiques – Géologie en place	175
B.3	Base de données géochimiques – Paramètres isotopiques	183
B.4	Base de données géochimiques – Paramètres bactériologiques	185
B.5	Base de données géochimiques – Paramètres <i>In Situ</i>	188
B.6	Base de données géochimiques – Paramètres géochimiques (anions, sulfures et paramètres calculés)	195
B.7	Base de données géochimiques – Paramètres géochimiques (métaux lourds)	201
B.8	Base de données géochimiques – Paramètres géochimiques (métaux)	207
B.9	Base de données géochimiques – Paramètres géochimiques (métaux, nutriments et turbidité)	216
B.10	Base de données géochimiques – Balance ionique (%)	222

LISTE DES FIGURES

Figure		Page
1.1	Modèle conceptuel de l'évolution géochimique et de l'origine des eaux souterraines du système aquifère des roches sédimentaires paléozoïques des Basses-Laurentides (Cloutier <i>et al.</i> , 2006)	5
1.2	Valeurs mensuelles de tritium dans les précipitations à Ottawa (IAEA-WHO, 2001)	8
3.1	Localisation du territoire à l'étude	19
3.2	Dépôts meubles du sud-ouest de la Mauricie (Leblanc <i>et al.</i> , 2013)	26
3.3	Modèle conceptuel du sud-ouest de la Mauricie (Leblanc <i>et al.</i> , 2013)	27
3.4	Contextes hydrogéologiques du sud-ouest de la Mauricie (Leblanc <i>et al.</i> , 2013)	29
4.1	Concentrations en ¹⁵ N dans les matières naturelles (Létolle, 1980; Amberger et Schmidt, 1987; Böttcher <i>et al.</i> , 1990; Clark et Fritz, 1997)	46
5.1	Répartition spatiale des types d'eau dominants au sud-ouest de la Mauricie	58
5.2	Faciès géochimiques des 223 échantillons en fonction du contexte hydrogéologique	61
5.3	Faciès géochimiques des 223 échantillons en fonction de l'origine des dépôts meubles ainsi que de la géologie	62
5.4	Résultats de l'analyse sous forme de dendrogramme pour les 223 données (selon la méthode de Ward et la distance euclidienne)	66
5.5	Faciès chimiques des 223 échantillons appartenant aux 11 groupes hiérarchiques	67
5.6	Répartition spatiale des sept regroupements d'échantillons au sud-ouest de la Mauricie	69
5.7	Relation entre le calcium et les bicarbonates dissous présents dans les échantillons d'eau souterraine	73

5.8	Relation entre le calcium et le sodium dissous présents dans les échantillons d'eau souterraine.....	74
5.9	Relation entre le sodium et les chlorures dissous présents dans les échantillons d'eau souterraine.....	75
5.10	Relation entre le calcium et les chlorures dissous présents dans les échantillons d'eau souterraine.....	76
5.11	Relation entre les chlorures et les bromures dissous présents dans les échantillons d'eau souterraine.....	77
5.12	Ratio Cl/Br sous forme de diagramme de dispersion	83
5.13	Origine des chlorures dans les eaux souterraines au sud-ouest de la Mauricie	84
5.14	Dépassements des normes d'objectifs esthétiques pour le fer et le manganèse dans la ville de Trois-Rivières.....	89
5.15	Pourcentage d'échantillons possédant des concentrations en nitrites-nitrates supérieures à 3 mg/L	92
5.16	Pourcentage d'échantillons possédant des concentrations en nitrites-nitrates supérieures à 3 mg/L selon le nombre de facteurs (nombre d'activités potentiellement polluantes) identifiés par échantillons.....	93
5.17	Concentrations en nitrites-nitrates dans les eaux souterraines au sud-ouest de la Mauricie selon les types de nappes phréatiques.....	94
5.18	Piézométrie de la nappe libre recoupée par les sept puits municipaux dans le secteur de Saint-Louis-de-France.....	97
5.19	Dépassements bactériologiques totaux (%) par puits	103
5.20	Dépassements bactériologiques totaux (%) par type de bactéries	104
5.21	Dépassements bactériologiques (%) selon le nombre de facteurs identifiés par puits.....	105
5.22	Datation de l'eau souterraine au sud-ouest de la Mauricie	109
5.23	Analyses $\delta^2\text{H}$ et $\delta^{18}\text{O}$ sur des échantillons d'eau souterraine (cercles) et d'eau de pluie (carrés) au sud-ouest de la Mauricie	110
5.24	Analyses $\delta^2\text{H}$ et $\delta^{18}\text{O}$ sur des échantillons d'eau souterraine au sud-ouest de la Mauricie et dans les Basses-Laurentides (Cloutier, 2004).....	111

5.25	Analyses $\delta^2\text{H}$ et $\delta^{18}\text{O}$ sur des échantillons d'eau de pluie au sud-ouest de la Mauricie et dans les Basses-Laurentides (Cloutier, 2004), à Sainte-Agathe (IAEA/WHO, 2001) et à Ottawa (Rozanski <i>et al.</i> , 1993).....	111
6.1	Modèle conceptuel de l'origine et de l'évolution des eaux souterraines du sud-ouest de la Mauricie	118
A.1	Concentrations en bactéries atypiques dans les eaux souterraines du sud-ouest de la Mauricie	132
A.2	Concentrations en coliformes fécaux dans les eaux souterraines du sud-ouest de la Mauricie	133
A.3	Concentrations en coliformes totaux dans les eaux souterraines du sud-ouest de la Mauricie	134
A.4	Concentrations en bactéries <i>E. coli</i> dans les eaux souterraines du sud-ouest de la Mauricie	135
A.5	Concentrations en bactéries entérocoques dans les eaux souterraines du sud-ouest de la Mauricie	136
A.6	Dépassements bactériologiques dans les eaux souterraines au sud-ouest de la Mauricie	137
A.7	Concentrations en baryum dans les eaux souterraines au sud-ouest de la Mauricie	138
A.8	Concentrations en bicarbonates dans les eaux souterraines du sud-ouest de la Mauricie	139
A.9	Concentrations en bore dans les eaux souterraines du sud-ouest de la Mauricie	140
A.10	Concentrations en bromure dans les eaux souterraines du sud-ouest de la Mauricie	141
A.11	Concentrations en calcium dans les eaux souterraines du sud-ouest de la Mauricie	142
A.12	Concentrations en chlorures dans les eaux souterraines du sud-ouest de la Mauricie	143
A.13	Valeur de conductivité dans les eaux souterraines du sud-ouest de la Mauricie	144
A.14	Concentrations en cuivre dans les eaux souterraines du sud-ouest de la Mauricie	145

A.15	Dépassements géochimiques dans les eaux souterraines du sud-ouest de la Mauricie	146
A.16	Concentrations en dureté dans les eaux souterraines du sud-ouest de la Mauricie	147
A.17	Concentrations en fer dans les eaux souterraines du sud-ouest de la Mauricie	148
A.18	Concentrations en fluorures dans les eaux souterraines du sud-ouest de la Mauricie	149
A.19	Concentrations en magnésium dans les eaux souterraines du sud-ouest de la Mauricie	150
A.20	Concentrations en manganèse dans les eaux souterraines du sud-ouest de la Mauricie	151
A.21	Concentrations en matières dissoutes totales dans les eaux souterraines du sud-ouest de la Mauricie	152
A.22	Concentrations en nitrites-nitrates dans les eaux souterraines du sud-ouest de la Mauricie	153
A.23	Concentrations en oxygène dissous dans les eaux souterraines du sud-ouest de la Mauricie	154
A.24	Valeur de pH dans les eaux souterraines du sud-ouest de la Mauricie	155
A.25	Concentrations en plomb dans les eaux souterraines du sud-ouest de la Mauricie	156
A.26	Concentrations en potassium dans les eaux souterraines du sud-ouest de la Mauricie	157
A.27	Valeur de salinité dans les eaux souterraines du sud-ouest de la Mauricie ...	158
A.28	Concentrations en sodium dans les eaux souterraines du sud-ouest de la Mauricie	159
A.29	Concentrations en strontium dans les eaux souterraines du sud-ouest de la Mauricie	160
A.30	Concentrations en sulfates dans les eaux souterraines du sud-ouest de la Mauricie	161
A.31	Concentrations en sulfure dans les eaux souterraines du sud-ouest de la Mauricie	162

A.32	Valeur de température dans les eaux souterraines du sud-ouest de la Mauricie	163
A.33	Valeur de turbidité dans les eaux souterraines du sud-ouest de la Mauricie .	164
A.34	Concentrations en zinc dans les eaux souterraines du sud-ouest de la Mauricie	165
A.35	Types d'ouvrages de captage échantillonnés au sud-ouest de la Mauricie....	166

INTRODUCTION

Au Québec, l'eau souterraine représente une excellente source d'approvisionnement en eau potable en raison de sa qualité, de son abondance et de sa proximité. Cette ressource alimente 20 % de la population québécoise et approvisionne près de 90 % du territoire habité (MDDEFP, 2012). Les connaissances sur les eaux souterraines au niveau régional demeurent cependant fragmentaires. Seules quelques études régionales furent complétées au cours des dix dernières années, notamment celles de la MRC de Portneuf (Fagnan *et al.*, 1998), de la MRC de Montcalm (Roy *et al.*, 2004), de la rivière Châteauguay (Côté *et al.*, 2006) et de la rivière Chaudière (COBARIC et UPA, 2008).

Le Programme d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines (PACES) du ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs (MDDEFP) fut créé en 2008 afin de combler cette lacune. Les deux premières phases du programme PACES ont donné naissance à sept projets de caractérisation hydrogéologique, notamment celui du sud-ouest de la Mauricie.

Le projet de *Caractérisation hydrogéologique du sud-ouest de la Mauricie* a été réalisé par le département des sciences de l'environnement (section géographie) de l'Université du Québec à Trois-Rivières entre 2009 et 2013. L'objectif général du projet était de dresser un portrait de la ressource en eaux souterraines (quantité et qualité). Le projet devait notamment répondre aux questions suivantes : 1) D'où vient l'eau souterraine? 2) Où va-t-elle? 3) Est-elle potable et, par conséquent, quels usages pouvons-nous en faire? 4) Quelle est la nature des formations géologiques qui la contiennent? 5) Quelles sont les quantités exploitables?

Aucune caractérisation régionale n'avait jusqu'à maintenant été réalisée en Mauricie. Ce projet représente donc un atout pour la région, dont les réseaux d'aqueduc municipaux s'approvisionnent, en totalité ou en partie, à partir des eaux souterraines. Au

total, 55 % de la population du territoire visé est approvisionnée à partir des eaux souterraines, soit plus de 125 000 habitants. Le secteur à l'étude est abondamment pourvu d'aquifères constitués de matériaux granulaires superficiels, tels le paléo-delta de la rivière Saint-Maurice, la moraine de Saint-Narcisse et les hautes terrasses sablonneuses remaniées par le littoral de la mer de Champlain.

Considérant le manque de connaissances en hydrogéologie au Québec ainsi que le besoin grandissant des municipalités à s'approvisionner en eau souterraine comme source d'eau potable, il est essentiel de comprendre la qualité géochimique et bactériologique, les mécanismes de recharge et le temps de résidence des eaux souterraines afin de favoriser une meilleure gestion et d'assurer la pérennité des eaux souterraines au Québec. La présente étude avait donc pour objectif d'effectuer la caractérisation géochimique et isotopique des aquifères du sud-ouest de la Mauricie.

CHAPITRE I

PROBLÉMATIQUE ET MISE EN CONTEXTE DU PROJET

1.1 Hydrogéochimie et types d'eau souterraine

Plusieurs approches ont été utilisées afin d'effectuer des classements géochimiques des eaux souterraines. Ces classements sont généralement déterminés par le groupe et le type des eaux souterraines basés sur les ions majeurs. Schoeller (1955) a effectué une étude qui consistait à classer les eaux en fonction de leur origine et de leur milieu de circulation. Ces informations lui ont permis de déterminer les caractères géochimiques des aquifères. Cet auteur a également utilisé la méthode inverse, c'est-à-dire d'utiliser les caractères géochimiques pour, ensuite, identifier l'origine des eaux souterraines. Depuis, plusieurs méthodes ont été développées et améliorées. Certaines ont été appliquées à des études régionales (Back, 1966; Ophori et Tóth, 1989; Panno *et al.*, 1994; Hiscock *et al.*, 1996; Eberts et George, 2000; Gosselin *et al.*, 2001). Dans le cadre de leur étude sur le système aquifère des roches sédimentaires paléozoïques des Basses-Laurentides, Cloutier (2004) et Cloutier *et al.* (2006) ont employé l'approche des types d'eaux souterraines mixtes et dominants basés sur les ions majeurs. Les cations Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ et K^+ ainsi que les anions HCO_3^- , Cl^- , SO_4^{2-} sont les ions majeurs le plus souvent utilisés pour déterminer les types d'eaux souterraines.

Cloutier *et al.* (2010) ont effectué une autre étude en se concentrant davantage sur la désalinisation du système d'aquifère de roches sédimentaires envahi par la mer de Champlain à l'époque du Pléistocène et sur les processus contrôlant la géochimie de l'eau souterraine. Ces travaux ont démontré d'abord que la dissolution des carbonates s'effectue principalement dans les zones de recharge. Dans ces zones, l'eau souterraine de types Ca- et Mg- HCO_3 est le résultat de cette dissolution. L'eau évolue ensuite le long de sa voie d'écoulement en condition confinée. Dû à l'échange des ions Ca^{2+} et

Na^+ , cette eau a évolué vers une eau de type Na-HCO_3 . Des eaux de type Na-Cl ont également été trouvées. Ce type d'eau résulte du mélange entre l'eau de la mer de Champlain et l'eau provenant du lessivage des couches d'argile marine. De plus, en utilisant le rapport Cl^-/Br^- ainsi que des isotopes environnementaux ($\delta^{18}\text{O}$), Cloutier *et al.* (2010) ont démontré que l'eau salée de l'ancienne mer de Champlain a bien été emprisonnée sur le territoire à l'étude. Le ratio des concentrations en chlorures et en bromures peut être utilisé comme traceur afin d'identifier l'origine de l'eau souterraine salée (Richter *et al.*, 1993; Vengosh *et al.* 2002; Cloutier *et al.*, 2010). Un rapport qui présente une tendance linéaire indique que l'eau souterraine serait d'origine marine, alors que dans les cas de contamination par des sels, le rapport ne présente pas de tendance nette. Les traceurs ont permis de déterminer que l'eau de la mer de Champlain dans la région d'étude est constituée de 34 % d'eau de mer et 66 % d'eau douce (Cloutier *et al.*, 2010). Finalement, cette étude a confirmé que le système aquifère constitué de roches sédimentaires est à différentes étapes de désalinisation. Blanchette *et al.* (2010) ont démontré, en utilisant essentiellement les mêmes méthodes, que le type Ca-HCO_3 domine dans tous les contextes géologiques et hydrogéologiques du bassin versant de la rivière Châteauguay. Les contextes géologiques et hydrogéologiques de ces études sont comparables à ceux du sud-ouest de la Mauricie.

À partir des informations géochimiques et isotopiques, des modèles conceptuels peuvent être réalisés afin de schématiser les contextes hydrogéochimiques. Ces modèles sont de plus en plus utilisés, notamment par Cloutier *et al.* (2006, 2010) et Blanchette *et al.* (2010) qui ont chacun réalisé un modèle conceptuel de l'évolution géochimique et de l'origine des eaux souterraines (figure 1.1).

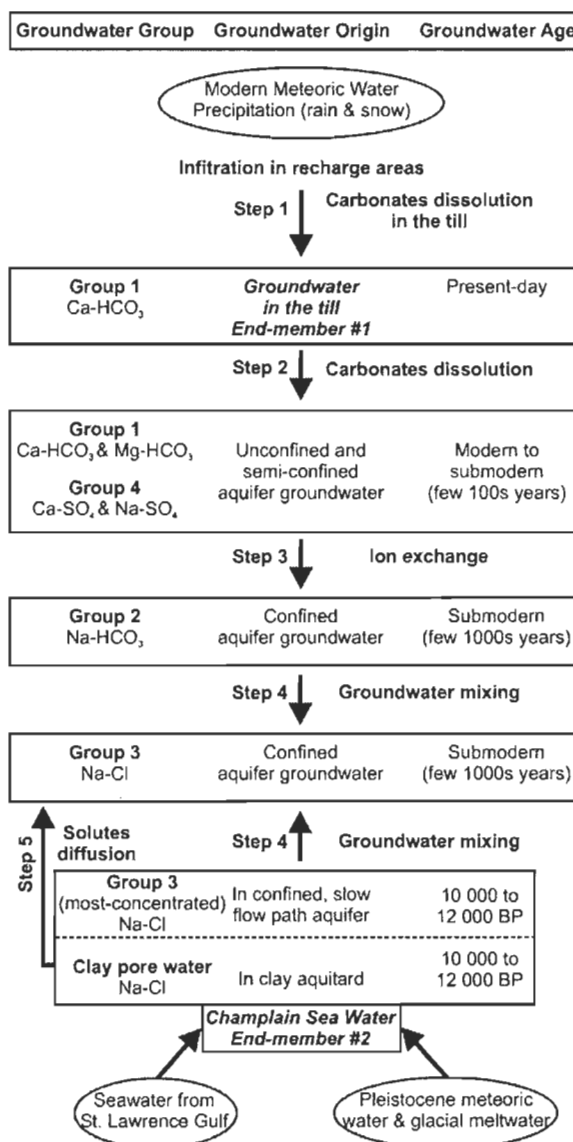


Figure 1.1 Modèle conceptuel de l'évolution géochimique et de l'origine des eaux souterraines du système aquifère des roches sédimentaires paléozoïques des Basses-Laurentides (Cloutier *et al.*, 2006).

1.2 Isotopes environnementaux et datation des eaux souterraines

Les isotopes environnementaux, tels que ceux de l'hydrogène (H), du carbone (C), de l'azote (N), de l'oxygène (O) et du soufre (S), sont des marqueurs naturels permettant d'étudier le cycle hydrologique, notamment en ce qui concerne l'infiltration de l'eau et l'écoulement de subsurface. Les isotopes de l'eau, soit l'oxygène 18 (^{18}O), le deutérium (^2H) et le tritium (^3H), sont des marqueurs intrinsèques de la molécule d'eau, tandis que

les isotopes hydrophiles, soit le carbone 13 (^{13}C), le carbone 14 (^{14}C) et l'azote 15 (^{15}N), sont des composés moléculaires du carbone et de l'azote. De façon générale, les isotopes sont utilisés pour déterminer le temps de résidence de l'eau souterraine dans les aquifères, l'origine des eaux souterraines ou des contaminants, les réactions géochimiques ainsi que les vitesses de réaction.

Les isotopes stables servent de traceur pour l'eau, le carbone, les nutriments et les cycles des solutés. L'oxygène, l'hydrogène, le carbone, le soufre, l'azote, le chlore, le brome, le lithium, le bore et le strontium sont tous des éléments chimiques possédant des isotopes stables utilisés en hydrogéologie. L'oxygène 18, le deutérium, le carbone 13 et l'azote 15 sont des isotopes stables fréquemment employés dans plusieurs études.

Les valeurs de l'oxygène 18 et du deutérium sont exprimées par rapport au standard VSMOW (Vienna Standard Mean Ocean Water). Les valeurs de l'isotope de l'oxygène 18 proviennent de l'équilibre entre l'eau (H_2O) et le dioxyde de carbone (CO_2). Cet équilibre a été étudié par plusieurs auteurs (p. ex. Clark et Fritz, 1997). Le deutérium, quant à lui, est mesuré par la réduction de l'eau en hydrogène (H_2) à partir du zinc (Coleman *et al.*, 1982). Ces deux isotopes sont calculés à partir d'un ratio comportant deux isotopes abondants. Par exemple, l'oxygène 18 est comparé à l'oxygène 16 ($^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$), tandis que le deutérium est comparé au protium ($^2\text{H}/^1\text{H}$). Ces isotopes stables sont affectés par les processus météorologiques, donnant ainsi des indices sur l'origine des eaux souterraines. L'oxygène 18 et le deutérium jouent, également, un rôle de traceur dans la recharge des eaux souterraines en lien avec les précipitations. La température contrôle la division et la quantité d'isotopes dans les précipitations. En effet, une baisse de la température déclenche le processus de précipitation et affecte négativement la quantité d'isotopes d'oxygène 18 et de deutérium (Clark et Fritz, 1997). L'effet de Rayleigh expliquerait également la pauvreté des isotopes stables dans les eaux météoriques. Il existe donc une forte corrélation entre les concentrations d'isotopes d'oxygène 18 et de deutérium dans les eaux météoriques et les compositions isotopiques des précipitations. Cette corrélation sert d'indice pour déterminer l'origine des eaux souterraines.

Les valeurs pour le carbone 13 sont exprimées par rapport au standard du PDB (Pee Dee Belemnite) et les valeurs de l'azote 15 sont exprimées par rapport au standard de l'azote atmosphérique. Le ratio utilisé pour le carbone 13 est $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$, tandis que le ratio pour l'azote 15 est $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$. Le carbone 13 est employé pour tracer les sources de carbone, pour déterminer les réactions entre le carbone organique et inorganique dissous (Clark et Fritz, 1997) et pour interpréter les résultats du ^{14}C . L'azote 15, quant à lui, est surtout utilisé pour tracer les sources de nitrates et les sources de contaminants azotés dans les eaux souterraines.

La notation classique en unité delta (δ) est utilisée pour exprimer les teneurs en isotopes stables (équation 1.1) :

$$\delta L = \left(\frac{R_e}{R_s} - 1 \right) \times 1000 \quad \text{Équation (1.1)}$$

où « L » représente un isotope stable, « R » présente le ratio en question, « é » signifie l'échantillon et « s » signifie la référence ou le standard.

Les isotopes radioactifs sont surtout utilisés afin d'apporter des informations supplémentaires en ce qui concerne le temps de résidence de l'eau et la circulation de l'eau dans une nappe. Ces informations sont obtenues à partir de la désintégration des isotopes qui est mesurée en temps. La datation de l'eau donne un indice sur la recharge de la nappe et, par le fait même, joue un rôle important dans la gestion de la ressource. Les isotopes tels que le tritium, le carbone 14, les chlorures 36, l'iode 129, l'argon 39, le krypton (^{81}K et ^{85}K) et l'uranium 238 sont tous des isotopes radioactifs utilisés en hydrogéologie. En raison de leur plus grande facilité d'échantillonnage, d'analyse et d'interprétation, le tritium (^3H), mesuré en unité TU (un atome de ^3H par 108 atomes de ^1H), et le carbone 14 (^{14}C), mesuré en pourcentage de carbone moderne (pMC), sont les isotopes radioactifs les plus couramment utilisés (Clark et Fritz, 1997).

Le tritium est un isotope d'hydrogène possédant une demi-vie de 12,43 ans. Une petite quantité de tritium est produite naturellement dans la stratosphère par la radiation

cosmique sur l'azote 14 (^{14}N) et une autre partie est produite par les activités anthropiques. Le tritium s'est principalement retrouvé dans l'environnement après une large diffusion par les premières explosions et essais nucléaires ainsi que les activités industrielles dans les années 1950. Ce tritium anthropique et naturel s'est donc retrouvé dans le cycle hydrologique par les précipitations pour atteindre une concentration maximale en 1963. Les concentrations dans les précipitations ont ensuite diminué pour finalement se stabiliser vers 1992 (figure 1.2). La présence de cet isotope dans les eaux souterraines démontre des évidences d'une recharge active. De plus, l'analyse du tritium constitue la seule méthode directe de datation disponible, c'est-à-dire que la datation est effectuée directement sur les molécules d'eau (Clark et Fritz, 1997).

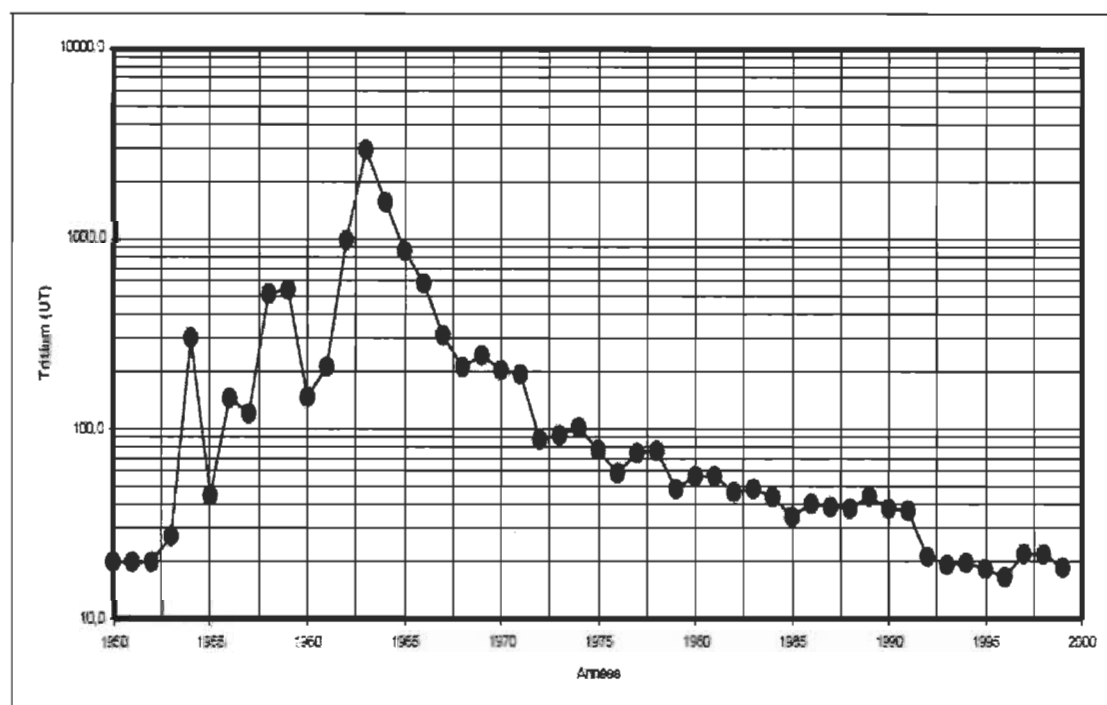


Figure 1.2 Valeurs mensuelles de tritium dans les précipitations à Ottawa (IAEA-WHO, 2001).

Le carbone 14 (radiocarbone) est un isotope possédant une demi-vie de 5730 ans. Cet isotope est de plus en plus exploité en hydrogéologie en raison de sa longue durée de vie. Contrairement au tritium, la datation au carbone 14 ne peut pas être effectuée directement sur les molécules d'eau, mais doit plutôt être réalisée à partir du carbone

inorganique et organique dissous (DIC et DOC) présent dans l'eau souterraine. En fait, ces deux types de carbone proviendraient du dioxyde de carbone 14 ($^{14}\text{CO}_2$) atmosphérique. Ces derniers entrent dans le sol et atteignent la nappe phréatique par une réaction d'échange avec le CO_2 . Par conséquent, un carbone dérivé du CO_2 atmosphérique provenant de l'époque du Quaternaire est potentiellement éligible à une datation par le carbone 14. Ce dernier représente le pourcentage de l'activité théorique du ^{14}C atmosphérique en 1950, ramené à une teneur en ^{13}C de -25 ‰ (Clark et Fritz, 1997). La datation au radiocarbone dépend de trois suppositions; d'abord, le taux de formation du carbone 14 par les rayons cosmiques dans l'atmosphère est constant. Ensuite, le taux d'échange du carbone 14 entre les réservoirs de l'atmosphère, de la biosphère et de l'hydrosphère est relatif au taux de désintégration. Finalement, une fois que le matériel cesse d'échanger avec l'atmosphère, aucun nouveau carbone 14 n'est ajouté et la désintégration a alors lieu à un taux constant (Simard, 1977). Il est à noter que les âges radiocarbones peuvent être influencés par la dissolution des carbonates dans les aquifères carbonatés. À cet effet, une correction isotopique doit donc être faite. Plusieurs modèles de correction peuvent être appliqués, notamment les modèles STAT (correction statistique), ALK (correction avec l'alcalinité), CMB (correction par l'équilibre des masses chimiques) et $\delta^{13}\text{C}$ (Clark et Fritz, 1997).

Plusieurs auteurs ont réalisé des études isotopiques des eaux souterraines. Certaines de ces études ont été réalisées dans des contextes hydrogéologiques et géologiques comparables à ceux du sud-ouest de la Mauricie. Simard (1977), un des précurseurs au Québec, a étudié la composition isotopique à l'aide du carbone 14, du tritium et de l'oxygène 18 dans le bassin de la rivière Eaton et dans la région de Mirabel. Les isotopes ont été utilisés afin de déterminer le temps de résidence des eaux souterraines et d'estimer les conditions climatiques lors de l'introduction de cette eau dans le cycle hydrologique souterrain. Les résultats obtenus varient, selon le contexte hydrogéologique, d'un temps de résidence très court jusqu'à plusieurs milliers d'années.

Au cours des dernières années, Cloutier *et al.* (2006) ont effectué une étude géochimique et isotopique dans le système aquifère des roches sédimentaires

paléozoïques dans le sud-ouest du Québec. L'eau souterraine a été analysée pour les isotopes stables $\delta^2\text{H}$, $\delta^{18}\text{O}$ et $\delta^{13}\text{C}$ du carbone inorganique dissous (CID) et pour les isotopes radioactifs (^3H et ^{14}C). Le but de ces analyses isotopiques était de déterminer l'origine de l'eau souterraine sur le territoire à l'étude. Les résultats ont démontré que deux sources d'eau souterraine ont été identifiées, soit l'eau météorique moderne et l'eau d'âge Pléistocène de la mer de Champlain. De plus, le territoire à l'étude est caractérisé par des variations significatives de la géochimie et de la qualité des eaux souterraines. Ces variations sont contrôlées par les glaciations, l'invasion de la mer de Champlain, la diversité lithologique des roches et l'échelle des systèmes d'écoulement, ce qui engendre une grande variété de types et d'origines d'eau souterraine à l'intérieur d'une même région (Cloutier *et al.*, 2006). Blanchette *et al.* (2010) ont effectué une étude hydrogéochimique et isotopique dans la portion québécoise du bassin versant de la rivière Châteauguay. Les résultats de l'étude ont démontré la présence d'eaux d'âges variées à partir des analyses du tritium et du carbone 14. De plus, environ 80 % de la variation géochimique fut expliquée par le mélange de l'eau plus fraîche de la recharge avec l'eau plus saline reliée à l'ancienne mer de Champlain.

Savard *et al.* (2009) ont utilisé les isotopes contenus dans les molécules d'eau ($\delta^2\text{H}$ et $\delta^{18}\text{O}$) et les isotopes contenus dans les molécules de nitrates ($\delta^{15}\text{N}$ et $\delta^{18}\text{O}$) afin de distinguer les différentes sources d'azote saisonnières et de déterminer le rôle critique des cultures dans les contaminations d'eau souterraine. Ils ont démontré que les nitrates provenaient généralement des sols agricoles. En outre, l'analyse des isotopes de nitrates a été utilisée afin de construire un modèle conceptuel quantifiant les sources relatives d'azote saisonnier dans les régions de production intensive de pommes de terre. Finalement, les auteurs ont conclu que le cycle de l'azote dans la matière organique du sol ainsi que le rôle des cultures tant au cours des saisons de non-croissance qu'au cours des saisons de croissance doivent être pris en considération dans des stratégies d'atténuation de contaminations en nitrates dans les eaux souterraines.

1.3 Qualité physico-chimique et bactériologique des eaux souterraines

Au Québec, l'eau souterraine est généralement de bonne qualité. Toutefois, cette eau recueille sur son passage plusieurs ions provenant, par exemple, des minéraux, de la boue, de la végétation, des engrais, des terres cultivées, etc. (Santé Canada, 2012). Des ions présents en très grande quantité dans les eaux souterraines peuvent engendrer plusieurs problématiques au niveau de la santé environnementale et humaine lorsque cette eau est consommée. L'eau souterraine est donc vulnérable à plusieurs sources de contamination. C'est pour cette raison que des recommandations pour la qualité de l'eau potable au Québec et au Canada ont été élaborées.

Plusieurs types de recommandations ont été établis, soit les recommandations pour les paramètres chimiques, radiologiques et bactériologiques ainsi que des recommandations d'ordre esthétique et santé. Les recommandations d'ordre esthétique (objectifs esthétiques) visent les paramètres susceptibles d'influer sur l'acceptation de l'eau potable de la part des consommateurs, comme le goût, l'odeur et la couleur, alors que les recommandations en matière de santé visent à éviter des risques pour la santé humaine (Santé Canada, 2012). Ces dernières recommandations sont également appelées « concentrations maximales acceptables ».

Les paramètres chimiques pouvant engendrer des problématiques sont généralement les chlorures, les fluorures, les nitrites et les nitrates, le baryum, le fer, le manganèse, le plomb, le sodium, les sulfures, la dureté (calcium et magnésium), les matières dissoutes totales et le pH. De fortes concentrations pour ces paramètres peuvent être expliquées par des causes naturelles (p. ex. la géologie en place) et anthropiques (p. ex. les engrais provenant des terres agricoles). Ces problématiques ont été identifiées dans plusieurs régions du Québec, notamment dans les Basses-Laurentides (Cloutier, 2004), dans le bassin versant de la rivière Châteauguay (Blanchette *et al.*, 2010), au Saguenay-Lac-Saint-Jean (Walter, 2010), etc.

Les contaminations microbiologiques dans les eaux souterraines sont communes, particulièrement dans les milieux ruraux (Conboy et Goss, 2000) et récréotouristiques. Cette problématique peut s'expliquer en partie par des causes régionales, notamment la vulnérabilité plus élevée des nappes libres, mais surtout par des causes locales, tels le type de puits, la hauteur de l'ouvrage par rapport au sol (margelle), l'étanchéité du puits, l'aménagement du sol autour du puits, la proximité et la conformité des fosses septiques et des champs d'épuration, les activités à l'intérieur de la zone de protection autour de l'ouvrage de captage, etc. Plusieurs études démontrent que les ouvrages de captage d'eaux souterraines sont à risque pour les contaminations bactériologiques (Kreutzwiser *et al.*, 2011). En effet, plusieurs types de bactéries peuvent se retrouver dans les eaux souterraines, notamment les bactéries atypiques, les coliformes totaux, les coliformes fécaux, les bactéries *Escherichia coli* et les bactéries entérocoques. De façon générale, les bactéries possèdent un cycle de vie court en raison des conditions environnementales (Conboy et Goss, 2000).

Les bactéries atypiques sont des colonies bactériennes qui nuisent à l'observation des bactéries coliformes lorsque leur nombre est supérieur à 200 UFC/100 ml (MDDEFP, 2012). Des colonies atypiques représentent des bactéries hétérotrophes qui sont des indicateurs de qualité des eaux. Contrairement aux bactéries de type coliforme, ces bactéries ne sont pas nécessairement reliées à une contamination d'origine fécale.

Une contamination en coliformes totaux indique que l'ouvrage de captage n'est pas étanche et la présence de ce type de bactérie peut provenir soit de l'air, du sol, des végétaux, des insectes ou de sources d'eau polluée par des excréments. Les coliformes totaux servent d'indicateurs de dégradation de la qualité microbiologique de l'eau (MDDEFP, 2012).

Les coliformes fécaux, dont les bactéries *Escherichia coli* (*E. Coli*), sont des indicateurs de pollution fécale humaine ou animale et de contamination par des micro-organismes possiblement pathogènes. Ces bactéries sont de meilleurs indicateurs de risque pour la santé humaine que les coliformes totaux en raison de leur spécificité (Roy

et al., 2004). Les dépassements en nappes libres peuvent être reliés à la proximité ainsi qu'à la non-conformité des fosses septiques et des champs d'épuration, au ruissellement et l'infiltration des excréments dus à l'épandage en milieu rural (Roy *et al.*, 2004), au contact direct de la nappe libre à un lac contaminé par ces types de bactéries, à la présence de micro-organismes pathogènes dans le cas où le puits n'est pas étanche, etc. Dans le cas des nappes captives, les dépassements sont généralement associés à la hauteur de l'ouvrage de captage (les puits à la hauteur même du sol sont plus vulnérables au ruissellement des contaminants et des excréments), à l'étanchéité des puits pouvant occasionner la présence de micro-organismes pathogènes, à une contamination de la zone de recharge, etc. Les auteurs d'une étude sur la qualité de l'eau potable dans sept bassins versants en surplus de fumier au Québec ont observé que près de 1 260 puits échantillonnés étaient contaminés à la fois par les nitrates et par au moins une bactérie (Roy *et al.*, 2004).

L'habitat naturel principal des bactéries entérocoques est l'intestin des humains et des animaux. Ces bactéries sont donc utilisées comme indicateur de contamination fécale et indiquent la présence de micro-organismes pathogènes (MDDEFP, 2012). Cependant, les entérocoques sont moins spécifiques que les bactéries *E. coli* pour mettre en évidence une contamination fécale (Edberg *et al.*, 1997). De plus, ces types de bactéries persistent plus longtemps que les bactéries *E. coli* dans l'environnement, ce qui peut indiquer une contamination plus ancienne (Roy *et al.*, 2004). Les causes régionales et locales de ces dépassements sont les mêmes que pour les coliformes fécaux et les bactéries *E. coli*.

Contrairement aux contaminations géochimiques qui sont principalement dues à des causes naturelles à l'échelle locale et/ou régionale, les contaminations bactériennes sont généralement causées par les activités anthropiques à l'échelle locale. Il est donc essentiel que les propriétaires assurent un suivi rigoureux de leur ouvrage de captage (Kreutzwiser *et al.*, 2011). Cependant, Charrois (2010) note un manque de sensibilisation et d'éducation face à cette problématique. À cet effet, le projet de caractérisation hydrogéologique du sud-ouest de la Mauricie est la seule étude régionale

du programme PACES à analyser les paramètres bactériologiques, notamment dans le but de sensibiliser les citoyens du territoire.

Au sud-ouest de la Mauricie, aucune étude hydrogéochimique n'a été réalisée à l'échelle régionale. Ce projet représente donc un atout pour la région, dont les réseaux d'aqueduc municipaux s'approvisionnent, en totalité ou en partie, à partir des eaux souterraines. De nouvelles connaissances au niveau de la géochimie, de la bactériologie ainsi que de la datation vont permettre aux acteurs du territoire de mieux comprendre la qualité géochimique et bactériologique, les mécanismes de recharge et le temps de résidence des eaux souterraines afin de favoriser une meilleure gestion et d'assurer la pérennité des eaux souterraines du territoire.

CHAPITRE II

OBJECTIFS

Le projet de recherche proposé avait pour objectif général de procéder à l'analyse géochimique, bactériologique et isotopique des aquifères du sud-ouest de la Mauricie à partir des échantillons récoltés entre 2010 et 2012. Près de 40 paramètres géochimiques ont été analysés, dont les métaux, les anions principaux, les fluorures, les nutriments ainsi que les bactéries. Les isotopes analysés étaient l'oxygène 18, le deutérium, le carbone 13, l'azote 15, le tritium et le carbone 14. Les objectifs spécifiques étaient les suivants :

1. Caractériser et cartographier la géochimie des principaux aquifères du sud-ouest de la Mauricie.
2. Identifier et cartographier les dépassements de critères de qualité des eaux souterraines.
3. Identifier les sources potentielles de contamination des eaux souterraines.
4. Déterminer l'influence des contextes hydrogéologiques et géologiques sur la géochimie des eaux souterraines.
5. Évaluer les taux de renouvellement des principaux aquifères.
6. Présenter un modèle conceptuel de l'évolution hydrogéochimique des eaux souterraines du sud-ouest de la Mauricie.

CHAPITRE III

TERRITOIRE À L'ÉTUDE

3.1 Description du territoire

Le territoire visé par le projet est situé au sud-ouest de la Mauricie (figure 3.1). Sa superficie est de 3 350 km². Il couvre la MRC de Maskinongé, les villes de Trois-Rivières et de Shawinigan ainsi que la municipalité de Notre-Dame-du-Mont-Carmel (MRC Des Chenaux). Le territoire à l'étude inclut les bassins versants de la rivière du Loup, des rivières Yamachiche (Petite et Grande) et de la rivière aux Glaises. Il inclut, de plus, le sud des bassins versants de la rivière Maskinongé et de la rivière Saint-Maurice et le nord du bassin de la rivière Champlain. Ce territoire fut sélectionné en raison de l'intérêt manifesté par la MRC de Maskinongé et les municipalités visées, de la présence d'importants aquifères granulaires et de la forte proportion de population desservie par des eaux souterraines.

La population du territoire visé est de 224 158 habitants et la densité est de 67 habitants par kilomètre carré. Les 20 municipalités du territoire s'approvisionnent, en totalité ou en partie, à partir des eaux souterraines. Mises à part les villes de Shawinigan et de Trois-Rivières, les municipalités visées par le projet, soit 18 municipalités, s'approvisionnent exclusivement à partir des eaux souterraines. Dans le cas de la ville de Trois-Rivières, 61 % de la population est desservie par des eaux souterraines. La ville de Shawinigan s'approvisionne quant à elle exclusivement à partir des eaux de surface. Au total, 55 % de la population du territoire visé est approvisionnée à partir des eaux souterraines, soit 122 768 habitants. De ce nombre, 106 212 personnes sont desservies par un réseau municipal et 16 556 personnes sont desservies par des ouvrages de captage individuels.

Il y a plus de dix ans, afin de faire face à diverses problématiques de qualité et de quantité d'alimentation en eau potable, sept municipalités du territoire de la MRC de Maskinongé se sont regroupées en formant la Régie d'aqueduc de Grand-Pré, dans le but d'offrir à la population une eau potable de qualité au meilleur coût possible. En 1999, le volume d'eau souterraine capté quotidiennement par la régie était de 10 000 m³/jour, alors que la capacité théorique des ouvrages de captage est estimée à environ 17 800 m³/jour. En période de pointe, la demande se situe à environ 16 000 m³/jour (Régie d'aqueduc de Grand-Pré, 1999; communication personnelle).

La ville de Trois-Rivières exploite actuellement près de 62 puits distribués dans les arrondissements de Cap-de-la-Madeleine, Sainte-Marthe-du-Cap, Saint-Louis-de-France, Trois-Rivières, Trois-Rivières-Ouest et Pointe-du-Lac. Le volume d'eau souterraine capté annuellement dans l'ensemble de ces puits est d'un ordre de grandeur d'environ onze millions de mètres cubes (MDDEFP, 2012). De plus, on compte sur le territoire de la ville une dizaine d'établissements qui utilisent la géothermie.

Plusieurs prises d'eau souterraine desservant des établissements touristiques ont également été recensées. À titre d'exemple, on retrouve au moins 28 prises d'eau souterraine desservant des établissements touristiques dans la MRC de Maskinongé.

Une importante prise d'eau commerciale alimentant « Les Sources Saint-Élie inc. » effectue un captage souterrain de plus en plus important pour la vente d'eau embouteillée. L'entreprise prévoit prendre de l'expansion pouvant aller jusqu'à doubler sa production dans un avenir rapproché. « L'Office générale des eaux minérales ltée » exploite aussi commercialement un site de captage d'eau souterraine pour la vente d'eau minérale naturelle gazéifiée, localisée à Saint-Justin. La production s'effectue sur deux à cinq jours par semaine et est moins importante que celle effectuée par « Les Sources Saint-Élie inc. ». Il existe également une autre source d'eau minérale, localisée à proximité de la rivière du Loup à Saint-Léon-le-Grand, sur un site anciennement reconnu pour les qualités curatives de son eau saumâtre. Le site, très fréquenté au début du 20^e siècle, n'est actuellement pas exploité, mais comprend un potentiel reconnu,

principalement à des fins touristiques. Les industries du territoire utilisant de l'eau souterraine sont principalement constituées de petites et moyennes entreprises dont les besoins en eau sont près de 7 millions de mètres cubes pour tout le territoire (MDDEFP, 2012). D'autre part, l'importance de l'activité agricole, principalement localisée dans la plaine du Saint-Laurent, peut avoir des impacts majeurs sur la qualité de l'eau souterraine, mais également au niveau de la quantité d'eau consommée. On retrouve, par exemple, 515 entreprises agricoles sur le territoire de la MRC de Maskinongé (Statistique Canada, 2012). On y retrouve un nombre important d'entreprises d'élevage laitier, d'élevage porcin et d'autres types d'élevage, ainsi qu'une culture intensive du sol. L'ensemble du secteur agricole consomme pour près de 1,3 million de mètres cubes par année d'eau souterraine sur tout le territoire à l'étude (MDDEFP, 2012).

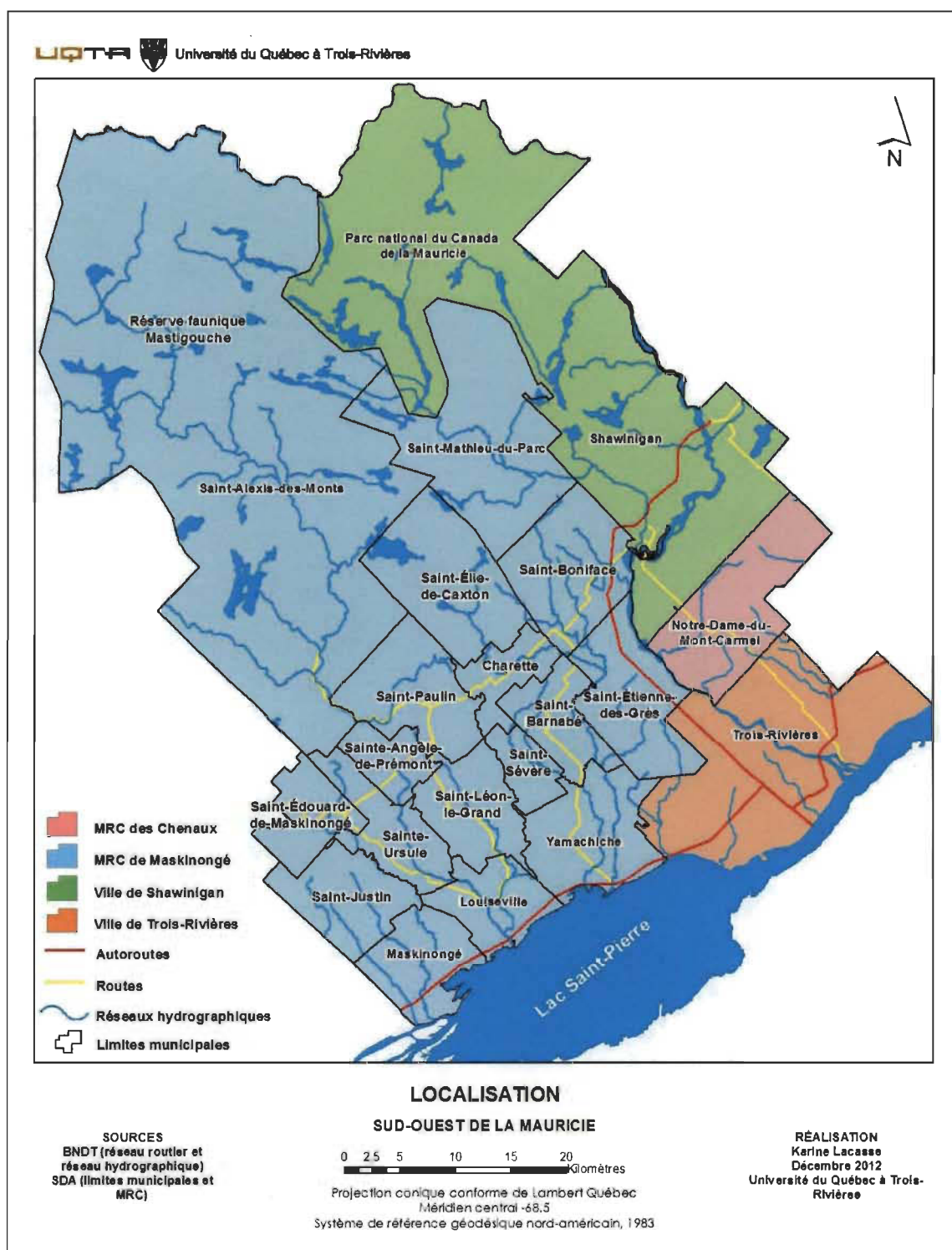


Figure 3.1 Localisation du territoire à l'étude.

3.2 Contexte géologique

3.2.1 Province géologique du Grenville

Le Grenville représente la partie nordique du territoire à l'étude. Cette province géologique est divisée en trois grands domaines : le Domaine de Portneuf-Mauricie situé à l'est, le Domaine de Mékinac-Taureau situé au centre et au nord ainsi que le Domaine de Terrane de Morin situé à l'ouest et au sud (Leblanc *et al.*, 2013). Le Domaine de Portneuf-Mauricie est le domaine structural le plus vieux et appartient à la ceinture allochtone polycyclique, c'est-à-dire que les roches ont été transportées et ont été soumises à plusieurs cycles orogéniques (plusieurs phases de déformations au nord et à l'est du territoire), tout comme le Domaine de Mékinac-Taureau (Rivers *et al.*, 1989). Le Domaine de Terrane de Morin renferme les roches les plus jeunes et appartient à la ceinture allochtone monocyclique. En effet, ces roches ont été transportées et n'ont subi qu'un seul cycle orogénique (une seule phase de déformation dans la partie sud et ouest du territoire). Ces phases de déformations ont engendré à certains endroits des failles (en cisaillement et normales) ainsi que des diaclases dans le socle rocheux.

En ce qui concerne les failles grenvilliennes, ces dernières sont probablement soudées aujourd'hui par l'intrusion de matériel granitique, les rendant ainsi peu propices à former de bons aquifères. Cependant, certaines de ces failles ont été remplies de marbres et de roches calcosilicatées formant ainsi des zones de brèches tectoniques qui constitueraient des milieux poreux qui pourraient servir d'aquifères. Sur le territoire, les failles normales forment un patron de structures NE-SO, NNO-SSE et E-O. Ce sont des failles liées à la formation du Graben du Saint-Laurent. Ces failles normales peuvent former de vastes réseaux interconnectés qui pourraient contenir des quantités d'eau considérables. Les principales failles normales au sud-ouest de la Mauricie sont celles du Saint-Maurice (faille de Sainte-Julienne), de Saint-Cuthbert, de Saint-Prosper et une autre située à l'est de celle du Saint-Maurice. Cependant, la faille de Saint-Cuthbert est la plus importante du territoire. Cette dernière se situe à la jonction des Basses-Terres du Saint-Laurent et du Bouclier canadien.

De même que les failles normales, les diaclases constituent un système susceptible d'emmagasinier des volumes d'eau importants. Un patron de diaclase se serait formé sur le territoire lors du refroidissement de la masse magmatique dans les roches plutoniques.

3.2.2 Basses-Terres du Saint-Laurent

Au sud-ouest de la Mauricie, les roches des Basses-Terres du Saint-Laurent datent de l'ère Paléozoïque, soit un âge d'environ 450 millions d'années, et elles appartiennent toutes à l'époque géologique de l'Ordovicien (Hocq et Dubé, 1994). Les Basses-Terres du Saint-Laurent renferment des roches qui sont de plus en plus âgées du sud vers le nord. Contrairement à la province du Grenville, les roches sédimentaires ont subi peu de déformations. Au sud-ouest de la Mauricie, les Basses-Terres du Saint-Laurent sont surtout constituées de grès, de dolomie, de calcaire et de shale.

Les grès de la Formation de La Gabelle sont situés principalement de part et d'autre de la rivière Saint-Maurice, à la hauteur de Saint-Étienne-des-Grès. Les grès se sont formés à l'époque où le niveau de la mer y était très peu profond.

Les dolomies du groupe de Beekmantown sont peu présentes sur le territoire à l'étude. Ces roches se retrouvent principalement dans le secteur des Chutes-de-Sainte-Ursule sur la rivière Maskinongé. On retrouve ensuite les Groupes de Black River et de Trenton (Clark et Globensky, 1976; Globensky, 1987). Le Groupe de Black River, situé à l'est de la rivière Saint-Maurice, est composé de calcaire plus ou moins gréseux déposé en milieu peu profond. Ce groupe est la principale unité en contact avec les roches de la Province du Grenville au nord du territoire. Le Groupe de Trenton, situé au centre des Basses-Terres du Saint-Laurent, renferme des sédiments carbonatés qui se sont déposés sur une plate-forme océanique en eau moyennement profonde. Ce groupe est composé de trois formations, soit la Formation de Fontaine, la Formation de Deschambeault et la Formation de Neuville. La Formation de Fontaine constitue une mince unité de calcaire cristallin. La Formation de Deschambeault est composée de calcaire cristallin à fossiles. La formation de Neuville comprend le membre Saint-Casimir, composé de calcaire

cristallin micritique et nodulaire ainsi que le membre Grondines composé de calcaire argileux et de shale (Clark et Globensky, 1976; Globensky, 1987).

Enfin, les différents types de shale présents sur le territoire à l'étude appartiennent au Groupe d'Utica et au Groupe de Lorraine. Ces deux groupes sont présents dans la partie sud des Basses-Terres du Saint-Laurent. Le Groupe d'Utica renferme un shale, plus ou moins calcaireux, sédimenté en eau profonde. Ce type de shale renferme des quantités importantes de gaz naturel. Le Groupe de Lorraine, qui renferme la Formation de Nicolet, est composé de shale gris et de grès. La sédimentation s'est effectuée près d'un littoral ou dans un milieu deltaïque (Clark et Globensky, 1976; Globensky, 1987).

3.2.3 Formations superficielles d'âge Quaternaire

Les travaux de Gadd (1971), Denis (1976), Bolduc (1999a; 1999b) et Lamarche (2005) ont permis d'effectuer, en partie, la cartographie de la géologie du Quaternaire au sud-ouest de la Mauricie. Les cartes écoforestières surfaciques du ministère des Ressources Naturelles ont couvert la portion nord-ouest du territoire. Dans le cadre du projet de caractérisation hydrogéologique du sud-est de la Mauricie, le géologue François Hardy a complété l'interprétation de la géologie du Quaternaire et uniformisé les cartographies décrites ci-dessus.

3.2.3.1 *Sédiments pré-wisconsinien*

Les époques de l'Illinoien, Sangamonien et Wisconsinien inférieur et moyen représentent respectivement l'avant-dernière glaciation, un épisode interglaciaire et la dernière glaciation. En fait, au Québec, seules ces trois dernières époques nous sont connues (Hocq et Dubé, 1994). Il ne reste que peu de sédiments reliés à ces événements (Lamarche, 2005). Le till de Bécancour a été mis en place pendant l'avant-dernière glaciation, soit à l'âge de l'Illinoien. Ce till est constitué d'un diamicton caractérisé par une couleur rouge brique provenant de l'érosion des shales rouges. Pour leur part, les

sédiments quaternaires de l'épisode interglaciaire, soit du Sangamonien, sont non différenciés.

3.2.3.2 *Wisconsinien*

L'âge du Wisconsinien, soit de -80 Ka et -10 Ka, est caractérisé par une période glaciaire subdivisée en trois étages; le Wisconsinien inférieur, moyen et supérieur. Le Wisconsinien supérieur, s'étant déroulé entre -23 Ka et -10 Ka (Hocq et Dubé, 1994), a produit la plupart des sédiments présents sur le territoire à l'étude, à la suite de la déglaciation.

Lors de cette période glaciaire, le glacier, nommé l'inlandsis Laurentidien, s'est étendu jusqu'à la latitude de New York. Durant le retrait glaciaire, un till d'ablation, nommé le till de Gentilly, a été déposé sous forme de couverture discontinue ou en mince couche au nord du territoire, sur le Bouclier canadien, et parfois remanié par l'action des vagues lorsque situé sous la limite marine au sud du territoire. Le till de Gentilly est constitué de diamictons sableux calcaireux gris de textures variées (Bolduc, 1999a; 1999b).

L'eau de fonte due au retrait du glacier a engendré la déposition des sédiments deltaïques galcio-marins (cailloux, gravier, sable, limon, granulométrie décroissante de l'amont vers l'aval), des sédiments d'épandage fluvio-glaciaire (sable stratifié, gravier, cailloux bien calibrés) et des sédiments de contact glaciaire (cailloux, gravier, sable grossier, blocs dispersés, stratification grossière) se trouvant au sud-ouest de la Mauricie (Denis, 1974; Lamarche, 2005). Il y a environ 12 000 ans, le retrait du glacier a également engendré une invasion des eaux salines dans les Basses-Terres du Saint-Laurent, formant l'ancienne mer de Champlain, laquelle a subsisté sur une période de près de 2000 ans (Lamarche, 2005). Les sédiments fins déposés pendant l'épisode de la mer de Champlain peuvent atteindre des latitudes relativement élevées (plus de 200 mètres d'altitude), soit à la hauteur des municipalités de Saint-Alexis-des-Monts et de Saint-Mathieu-du-Parc.

Les sédiments marins, déposés en eau calme pendant l'épisode de la mer de Champlain, sont constitués de silt argileux et d'argile silteuse grise, tandis que des sédiments plus grossiers, soit des sédiments deltaïques constitués de sables, de sables graveleux et de graviers stratifiés et bien triés, ont été déposés à l'embouchure des principaux cours d'eau. Ces derniers étaient alimentés par les eaux de fonte du glacier. Ces sédiments glaciaires et deltaïques ont été remaniés pour former les sédiments des hautes et des basses terrasses constitués respectivement de sables bruns moyens à grossiers, de graviers et petits cailloux ainsi que de sables, de silts, de graviers et de matières organiques entremêlés (Denis, 1974; Lamarche, 2005).

La moraine frontale de Saint-Narcisse est composée de dépôts glaciomarins proximaux, de till et d'argile marine remaniée, de till de fusion sur place ainsi que de dépôts fluvioglaciaires et juxtaglaciaires pouvant atteindre 50 mètres d'épaisseur (Denis, 1974; Lamarche, 2005). Cette moraine s'étend sur 750 kilomètres de longueur suivant la marge méridionale des Laurentides (Occhiotti, 2007). Formée lors d'une réavancée glaciaire et mise en place sur des sédiments de la mer de Champlain (Denis, 1976), la moraine concorde plus ou moins avec la limite entre le Bouclier canadien et les Basses-Terres du Saint-Laurent. La moraine constitue une zone d'accumulation de sédiments arrachés et transportés par le glacier et représente ainsi une excellente zone de recharge pour les eaux souterraines.

3.2.3.3 *Holocène*

L'Holocène est une époque post-glaciaire, caractérisée par un retrait de la calotte glaciaire dû à un réchauffement climatique. Ce retrait a engendré un relèvement isostatique évalué à neuf mètres par 100 ans (Lamarche, 2005), ce qui a permis à la mer de Champlain de laisser place au Lac à Lampsilis subsistant pendant environ 1500 ans. À cette époque, le système hydrographique actuel aurait graduellement été mis en place sur le territoire.

Issus du Lac Lampsilis, des sédiments glacio-lacustres constitués de sables, de silts sableux, de sables graveleux et de graviers, en eau profonde, ainsi que de sables, de sables graveleux et de graviers stratifiés et bien triés en eau peu profonde ont été mis en place (Bolduc, 1999a; 1999b). Ensuite, des alluvions composées de sables, silts sableux, sables graveleux et graviers ont également été déposées par le système hydrographique actuel. Enfin, des colluvions composées de sables, d'argiles et de matières organiques, souvent entremêlées à la suite de glissements ainsi que des dépôts organiques constitués de tourbe, de débris végétaux et d'humus (Denis, 1974; Lamarche, 2005) ont été mis en place dans les dépressions et aux endroits mal drainés.

La figure 3.2 présente une carte des dépôts meubles du sud-ouest de la Mauricie. Leur épaisseur varie de moins d'un mètre sur le Bouclier canadien à plus de 100 mètres dans les Basses-Terres du Saint-Laurent.

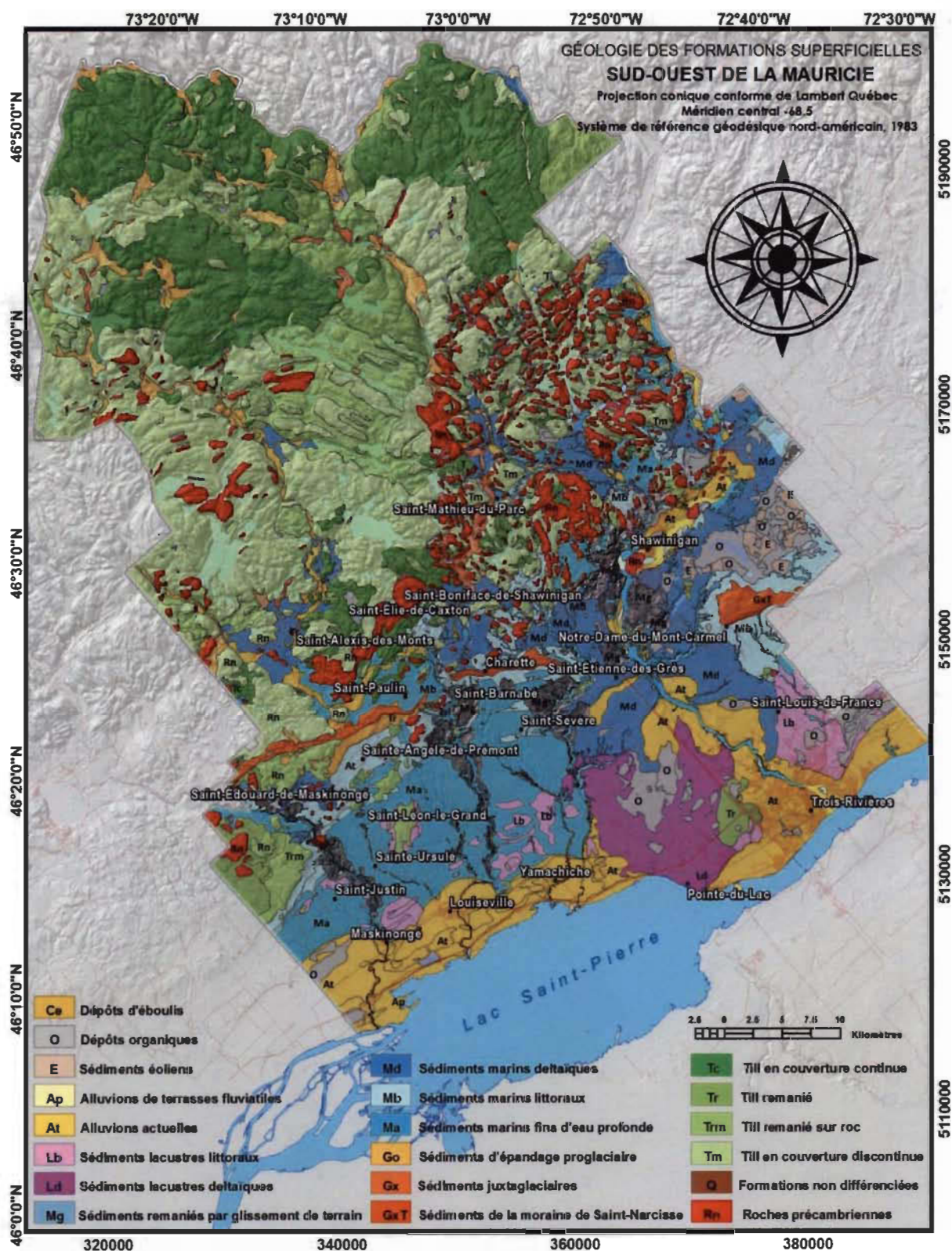


Figure 3.2 Dépôts meubles du sud-ouest de la Mauricie (Leblanc *et al.*, 2013).

3.3 Contextes hydrogéologiques locaux

Le territoire à l'étude présente quatre domaines hydrogéologiques différents (Leblanc *et al.*, 2013). D'abord, le plateau laurentien, situé au nord du territoire, est caractérisé par un aquifère régional à nappe libre dans le socle rocheux (figure 3.3). On retrouve, dans quelques vallées, des aquifères constitués de matériaux granulaires perméables parfois surmontés d'argile, notamment l'aquifère de Saint-Alexis-des-Monts dans la vallée de la rivière du Loup. Ensuite, dans le piedmont, on retrouve la moraine frontale de Saint-Narcisse. Cette moraine, constituée de matériaux granulaires, représente une zone de recharge pour plusieurs aquifères à proximité. En ce qui concerne le paléo-delta de la rivière Saint-Maurice, ce dernier constitue un aquifère régional à nappe libre composé principalement de sable fin. Finalement, une grande plaine argileuse est située au sud du territoire. Cette plaine constitue un aquitard qui maintient captive une nappe d'eau fossilisée fortement minéralisée avec des accumulations de gaz naturel à certains endroits (Leblanc *et al.*, 2013). Le tableau 3.1 présente une description des principaux aquifères régionaux du sud-ouest de la Mauricie. Les contextes hydrogéologiques sont également présentés dans la figure 3.4.

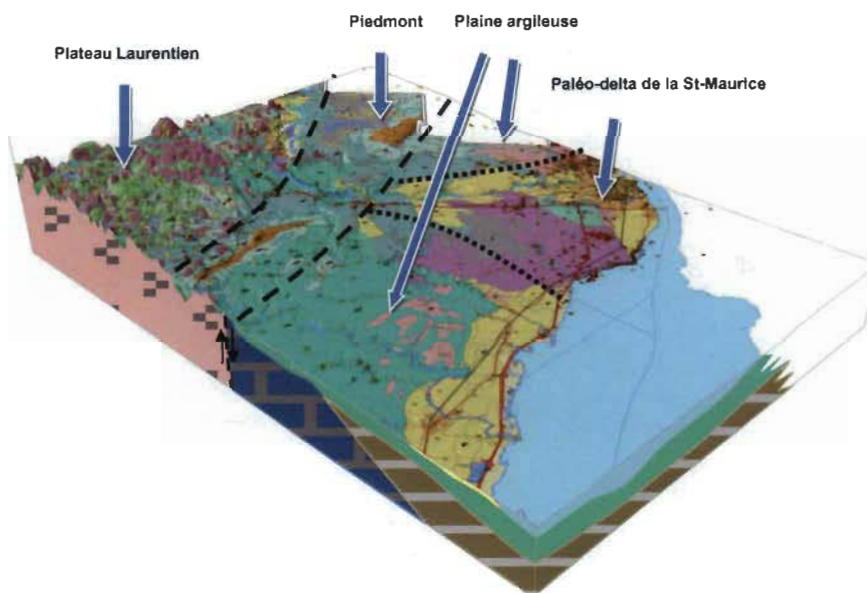


Figure 3.3 Modèle conceptuel du sud-ouest de la Mauricie (Leblanc *et al.*, 2013).

Tableau 3.1
Description de quelques-uns des principaux aquifères du sud-ouest de la Mauricie

Aquifères	Caractéristiques	Exploitation	Qualité de l'eau
Aquifère de Saint-Alexis-des-Monts.	<p>Représente une vallée d'environ deux kilomètres de largeur avec une profondeur variant de 30 à 70 mètres.</p> <p>Cette vallée est constituée d'une nappe libre composée d'une couche de sable fin à moyen de six à dix mètres qui superpose une couche de sédiments fins. Sous cette dernière se trouvent du till, du côté ouest, ainsi que sur du sable et gravier du côté est, reposant directement sur le socle rocheux précambrien (nappe captive).</p> <p>Aquifère comparable à d'autres aquifères situés dans des vallées, notamment celles de la rivière Maskinongé, la rivière Yamachiche et la rivière Shawinigan.</p>	<p>L'aquifère est exploité à des fins d'alimentation en eau pour l'aqueduc municipal, les entreprises piscicoles et les usages résidentiels.</p>	<p>L'eau est légèrement basique, faiblement alcaline et douce.</p> <p>Les principales problématiques sont reliées à la présence de fer et de manganèse.</p> <p>Les nitrites-nitrates, les chlorures et les sulfures sont absents (Leblanc <i>et al.</i>, 2013).</p>
Aquifère de Sainte-Angele-de-Prémont	<p>Les aquifères situés dans le piedmont sont caractérisés par la présence de plusieurs dépressions du socle rocheux comblées de matériaux granulaires grossiers et parfois recouvertes par des sédiments fins (Leblanc <i>et al.</i>, 2013).</p> <p>Du côté sud-est, l'aquifère captif est constitué de sédiments fluvio-glaciaires déposés dans une dépression rocheuse surmontés par les sédiments fins de la mer de Champlain. Du côté nord-ouest, le complexe de la moraine de Saint-Narcisse contient un aquifère à nappe libre.</p>	<p>Cette nappe libre est potentiellement captée par les exploitants des sablières.</p> <p>L'aquifère à nappe captive est exploité pour des fins d'alimentation en eau pour l'aqueduc de la Régie de Grand-Pré</p>	<p>L'eau possède un pH légèrement acide, une faible alcalinité et est peu minéralisée, ce qui témoigne d'une infiltration rapide des précipitations</p> <p>Des problématiques de fer et de manganèse ont été observées et sont probablement causées par la présence d'eau plus âgée où les conditions sont réductrices en absence d'oxygène (Leblanc <i>et al.</i>, 2013).</p>
Aquifère de Notre-Dame-du-Mont-Carmel	<p>Situé dans le piedmont, cet aquifère est constitué d'une nappe captive jaillissante composée de sable et de gravier. Cet aquifère est situé à proximité de la moraine de Saint-Narcisse, laquelle joue probablement le rôle de zone de recharge pour cet aquifère.</p> <p>Cet aquifère serait d'origine fluvio-glaciaire et jouerait un rôle de zone de recharge d'un milieu humide à la tête du bassin versant de la rivière Champlain.</p>	<p>L'aquifère est exploité pour des fins d'alimentation en eau municipale.</p>	<p>L'eau est très peu minéralisée, légèrement basique, faiblement alcaline et douce.</p> <p>Les nitrites-nitrates, les chlorures et les sulfures, le fer et le manganèse sont absents ou en traces.</p>
Aquifère du Cap-de-la-Madeleine	<p>L'aquifère est constitué d'une nappe libre composée de sable d'environ 20 mètres d'épaisseur reposant sur une couche d'argile imperméable.</p> <p>Cet aquifère n'est alimenté que par l'infiltration des précipitations et il est l'un des aquifères les plus intensément exploités, notamment par la ville de Trois-Rivières. Étant situé en grande partie dans un milieu urbanisé, l'aquifère est fortement vulnérable aux activités anthropiques de surface.</p>	<p>L'aquifère est exploité pour des fins d'alimentation en eau municipale et résidentielle.</p>	<p>L'eau est légèrement acide, faiblement alcaline et douce.</p> <p>Les principales problématiques sont reliées à la présence de fer, de manganèse et de chlorures. (Leblanc <i>et al.</i>, 2013).</p>

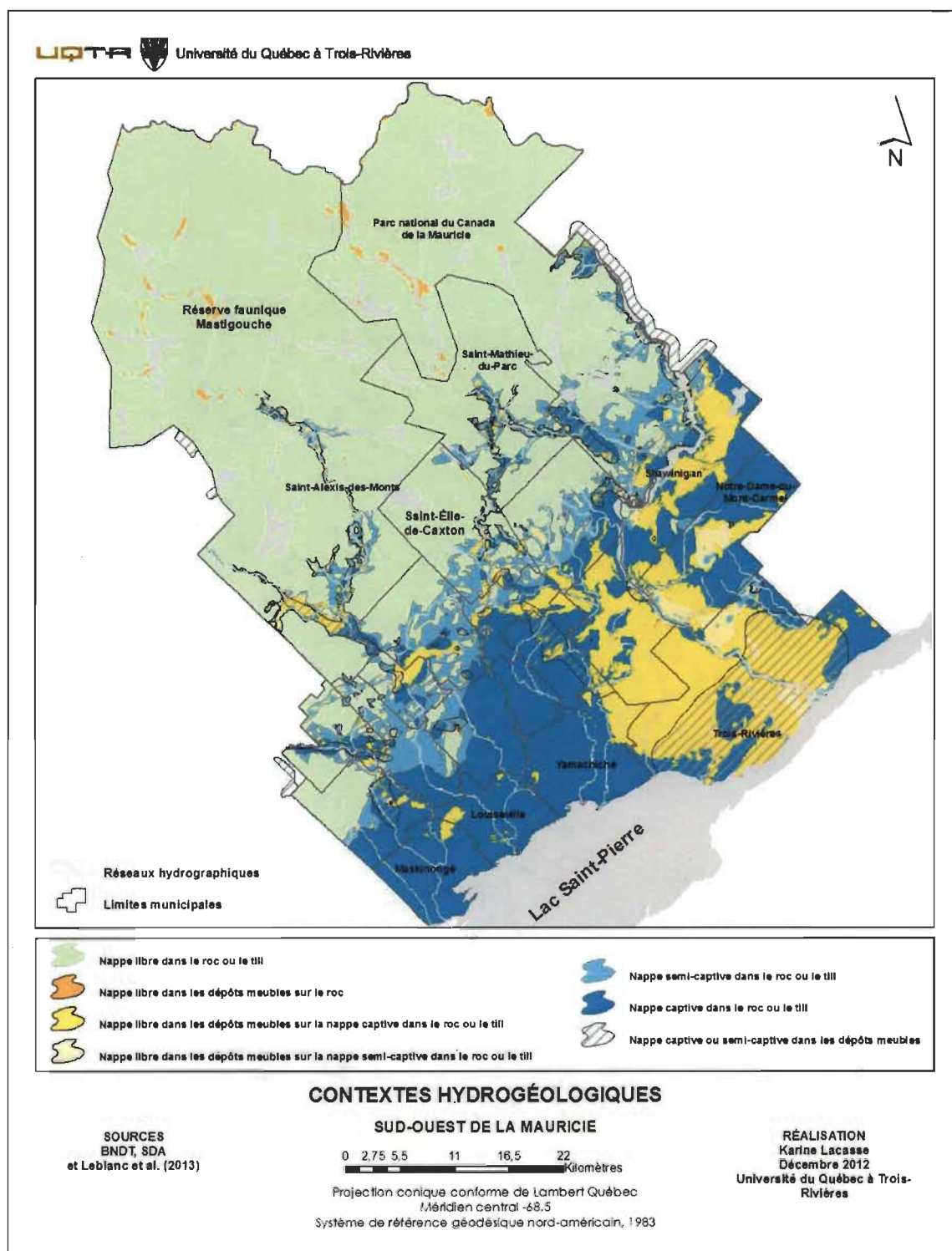


Figure 3.4 Contextes hydrogéologiques du sud-ouest de la Mauricie (Leblanc *et al.*, 2013).

CHAPITRE IV

MÉTHODOLOGIE

La méthodologie est divisée en cinq sections. Dans un premier temps, les aspects techniques de la campagne d'échantillonnage (section 4.1) sont exposés. Dans un deuxième temps, les travaux de laboratoire (section 4.2) sont présentés, suivis de la validation des résultats (section 4.3). Ensuite, la caractérisation chimique, microbiologique et isotopique est présentée dans la section 4.4. Finalement, les méthodes de production de documents cartographiques sont décrites dans la dernière section (4.5).

4.1 Échantillonnage de l'eau souterraine

Dans le cadre du projet de caractérisation hydrogéologique du sud-ouest de la Mauricie, 243 ouvrages de captage d'eau souterraine furent échantillonnés entre l'été 2010 et l'hiver 2012, soit 209 échantillons prélevés entre juin et décembre 2010 ainsi que 34 échantillons entre juin 2011 et janvier 2012. Les échantillons proviennent de différents types d'ouvrages de captage sélectionnés dans une variété de contextes hydrogéologiques.

4.1.1 Sélection des puits échantillonnés

Afin d'identifier des puits potentiels à échantillonner, les municipalités partenaires du projet ont été rencontrées. Celles-ci ont permis l'échantillonnage des ouvrages de captage desservant leur réseau d'aqueduc, en plus d'identifier des puits résidentiels sur leur territoire. Des utilisateurs d'eau souterraine ont également été identifiés via un communiqué de presse transmis aux médias locaux. En tout, 490 ouvrages de captage ont été identifiés, dont 74 puits municipaux.

Deux stratégies d'échantillonnage ont été employées pour ce projet de recherche. Une stratégie d'échantillonnage systématique a d'abord été utilisée afin d'estimer le nombre de puits pour chacune des municipalités en fonction de leur superficie. Ainsi, en excluant la portion nordique du territoire sur laquelle peu d'ouvrages de captage ont été répertoriés (11 puits sur 968 km²), les 200 puits initialement prévus étaient répartis sur un territoire de 2812 km², soit une densité d'un échantillon par 14 km². Le tableau 4.1 indique le nombre de puits recherché pour chaque municipalité du territoire à l'étude. Une fois le nombre de puits établi par municipalité, une stratégie d'échantillonnage dirigé a été appliquée. En ce qui concerne le nord du territoire, tous les puits identifiés ont été échantillonnés en raison de leur faible abondance (les puits de la Réserve faunique de Mastigouche et ceux du Parc National du Canada de la Mauricie), tandis qu'au sud, une sélection a été réalisée. Cette dernière fut basée, d'une part, sur le nombre de puits visé par municipalité et, d'autre part, sur la localisation et les types d'ouvrages de captage. Les ouvrages de captage municipaux et les forages effectués dans le cadre du projet ont été priorisés. Le reste des ouvrages de captage a été sélectionné de façon à obtenir une répartition relativement uniforme sur la portion habitée du territoire. La priorité des ouvrages de captage a été établie selon l'ordre suivant : les puits artésiens, les piézomètres, les pointes filtrantes, les puits de surface et les sources.

Tableau 4.1

Nombre d'échantillons en fonction de la superficie de chaque municipalité du territoire

Municipalités	Superficie (km²)	Superficie sans le territoire nordique (km²)	Nombre de puits prévus	Nombre de puits échantillonnés
Saint-Alexis-des-Monts	1137	437	31	15
Shawinigan	803	535	38	29
Trois-Rivières	335	335	24	74
Saint-Mathieu-du-Parc	229	229	16	19
Notre-Dame-du-Mont-Carmel	131	131	9	14
Saint-Élie-de-Caxton	130	130	9	14
Saint-Boniface	112	112	8	10
Yamachiche	107	107	8	6
Saint-Étienne-des-Grès	106	106	8	14
Saint-Paulin	98	98	7	3
Saint-Justin	79	79	5	7
Maskinongé	79	79	5	2
Saint-Léon-le-Grand	76	76	5	6
Sainte-Ursule	69	69	5	5
Louiseville	64	64	4	0
Saint-Barnabé	59	59	4	4
Saint-Édouard-de-Maskinongé	54	54	4	11
Charette	42	42	3	3
Saint-Angèle-de-Prémont	38	38	3	6
Saint-Sévère	32	32	2	1
Total	3780	2812	200	243

Le tableau 4.2 présente le nombre de puits échantillonné en fonction des différents contextes hydrogéologiques du territoire, soit selon le type de nappe (libre ou captive) et l'aquifère recoupé (dépôts meubles ou roc).

Tableau 4.2

Nombre d'ouvrages de captage échantillonnés selon les contextes hydrogéologiques

Types d'ouvrages de captage	Type de nappe		Nombre de puits totaux	Aquifère recoupé		Nombre de puits totaux
	Libre	Captive		Dépôts meubles	Roc	
Puits tubulaires	110	30	140	82	58	140
Piézomètres	25	9	34	33	1	34
Puits-citernes	38	0	38	38	0	38
Pointes filtrantes	24	3	27	27	0	27
Sources	3	1	4	4	0	4
Nombre de puits totaux	200	43	243	184	59	243

4.1.2 Protocole d'échantillonnage

Le protocole d'échantillonnage des eaux souterraines fut élaboré par l'équipe de l'UQAT (Blanchette et Cloutier, 2010) et approuvé par les autres institutions du groupe de recherche interuniversitaire sur les eaux souterraines (GRIES). Le tableau 4.3 et le tableau 4.4 présentent un résumé du protocole où sont spécifiés le volume des contenants utilisés, l'ordre de remplissage des bouteilles, le type d'agent de conservation et la nécessité ou non de procéder à une filtration.

Tableau 4.3
Résumé du protocole d'échantillonnage du laboratoire Biolab
pour les paramètres bactériologiques

Contenant	Paramètres	Remplissage	Agent de conservation	Filtration terrain
Bactéries (Polyéthylène 250 ml)	Bactéries atypiques	Au col de la bouteille	Oui	Aucune
	Coliformes totaux			
	Coliformes fécaux			
	E.Coli			
	Entérocoques			

Tableau 4.4
Résumé du protocole d'échantillonnage du laboratoire Maxxam
pour les paramètres géochimiques et isotopiques

Contenant	Paramètres	Ordre de remplissage	Agent de conservation	Filtration terrain
Anions (Polyéthylène 250 ml)	Alcalinité totale	1	Aucun	Aucune
	Bromures (Br)			
	Chlorures (Cl)			
	Fluorures (F)			
	Nitrites + Nitrates (NO ₂ +NO ₃)			
	Sulfates (SO ₄)			
Isotopes de l'eau (HDPE, 60 ml)	² H et ¹⁸ O	2	Aucun	Aucune
Isotope de l'azote (HDPE 1L)	¹⁵ N	3	Aucun	Aucune
Datation-Tritium (HDPE 1L)	Tritium (³ H)	4	Aucun	Aucune
Nutriments (Polyéthylène 250 ml)	Azote ammoniacale (NH ₄)	5	H ₂ SO ₄	0,45 µm
	P total inorganique (P)			
Métaux (Polyéthylène 250 ml)	Aluminium (Al)	6	HNO ₃	0,45 µm
	Antimoine (Sb)			
	Argent (Ag)			
	Arsenic (As)			
	Baryum (Ba)			
	Béryllium (Be)			
	Bismuth (Bi)			
	Bore (B)			
	Calcium (Ca)			
	Cadmium (Cd)			
	Chrome (Cr)			
	Cobalt (Co)			
	Cuivre (Cu)			
	Étain (Sn)			
	Fer (Fe)			
	Lithium (Li)			
	Magnésium (Mg)			
	Manganèse (Mn)			
	Molybdène (Mo)			
	Nickel (Ni)			
	Potassium (K)			
	Plomb (Pb)			
	Sélénium (Se)			
	Silicium (Si)			
	Sodium (Na)			
	Strontium (Sr)			
	Titane (Ti)			
	Uranium (U)			
	Vanadium (V)			
	Zinc (Zn)			
Sulfures (Polyéthylène 250 ml)	Sulfures totaux (S)	7	Acétate de Zinc + NaOH	Aucune
Isotopes du carbone (HDPE 1L)	Carbone 13 (¹³ C) - Carbone 14 (¹⁴ C)	8	Sodium azide (NaN ₃)	Aucune

4.1.3 Travaux de terrain

Les travaux d'échantillonnage sur le terrain furent réalisés en quatre étapes : le calibrage des appareils et la mesure *in situ* de quelques paramètres physico-chimiques, le prélèvement de l'échantillon d'eau souterraine, l'enquête auprès de l'utilisateur d'eau souterraine à l'aide d'un formulaire préétabli et l'acheminement des échantillons vers les laboratoires.

La première étape consistait à calibrer les appareils de terrain, puis à mesurer *in situ* les paramètres suivants; le pH, la température, la conductivité électrique, l'oxygène dissous, la salinité et le potentiel redox pour certains échantillons. La sonde multiparamètres (*Hydrolab Quanta*) utilisée pour les mesures *in situ* a été calibrée pour le pH 7, le pH 4, la conductivité (200 $\mu\text{S}/\text{cm}$) et l'oxygène dissous (100 %), en matinée lors de chaque journée de prélèvement.

La seconde étape consistait à prélever les échantillons d'eau selon le protocole mentionné à la section 4.1.2. La purge et le remplissage des bouteilles d'échantillonnage étaient effectués dans un temps de 20 minutes en moyenne par ouvrage de captage. Des mesures du niveau de l'eau et de la hauteur de la margelle ont été prises pour chaque puits. En outre, des essais de pompage ont été réalisés pour 40 ouvrages de captage. Le matériel utilisé pour effectuer les prélèvements d'eau souterraine fut le suivant :

- Des gants en latex sans poudre
- Un boyau d'arrosage
- Un sceau de dix litres
- Pour chaque échantillon, les contenants suivants :
 - Cinq bouteilles de 250 ml (polyéthylène)
 - Trois bouteilles de 1 L (polyéthylène)
 - Une bouteille de 60 ml (HDPE) et une éprouvette de 30 ml

- Un filtre de nitrocellulose de 0,45 micron fixé à l'extrémité d'une seringue de 60 ml en polyéthylène (pour des petites quantités d'eau)
- Un filtre « *Inline Disposable 0,45 Micron Filter Model FHT-45* » (pour de grandes quantités d'eau)
- Une sonde multiparamètres (*Hydrolab Quanta*) indiquant la température, le pH, la conductivité électrique, la concentration d'oxygène dissous et la salinité
- Une pompe submersible de marque *Redi-Flo 2 pour les essais de pompage*
- Une sonde électrique (*Solinst*) pour les essais de pompage
- Une génératrice de 3500 W de marque Honda pour les essais de pompage
- Une sonde pressiométrique à enregistrement automatique (*Levellogger – Solinst*) pour mesurer le niveau d'eau

La troisième étape consistait à remplir un formulaire afin de caractériser l'ouvrage de captage échantillonné. Les informations des formulaires et les résultats d'analyse d'eau ont été compilés dans une base de données élaborée avec le logiciel *Excel*. Les informations récoltées étaient les suivantes;

- Coordonnées du propriétaire de l'ouvrage de captage,
- Localisation de la station (coordonnées géographiques et photographies de l'ouvrage de captage),
- Description de l'environnement immédiat et des conditions météorologiques de la journée,
- Détermination du type de nappe et du type d'aquifère,
- Informations sur le captage (type de puits, profondeur du puits, type de sol, présence d'un traitement, présence d'un réservoir, utilisation de l'eau, si l'ouvrage de captage est relié à un aqueduc, débit moyen du puits et population desservie, si applicable),

- Réalisation d'un schéma du captage et du système de pompage,
- Perception de la qualité de l'eau,
- Niveau de l'eau et hauteur de la margelle,
- Activités potentiellement polluantes à proximité,
- Mesure *in situ* (débit du puits, durée de la purge, température de l'eau, pH, conductivité électrique, salinité, oxygène dissous et potentiel redox).

La dernière étape consistait à acheminer les échantillons prélevés aux laboratoires respectifs et de valider toutes les informations récoltées sur le terrain, notamment le type de nappe, le type d'aquifère et le matériel géologique. Cette validation s'est effectuée à l'aide de *shapefile* du matériel géologique de la région dans le logiciel ArcGIS ainsi qu'à l'aide du modèle hydrogéologique 3D du sud-ouest de la Mauricie (Légaré, 2013). Les coordonnées (X, Y, Z) ainsi que la profondeur de la crépine de chacun des puits échantillonnés ont été reliées aux couches géologiques correspondantes dans le modèle 3D. Une fois confirmées, ces informations ont été insérées dans une base de données géoréférencées.

4.2 Travaux de laboratoire

Au total, 243 échantillons ont été prélevés aux fins d'analyses en laboratoire. Quatre différents laboratoires ont été sélectionnés pour effectuer les analyses chimiques, les analyses microbiologiques ainsi que les analyses isotopiques.

Après leur prélèvement, les échantillons étaient transportés dans une glacière jusqu'au Laboratoire de recherche sur les bassins versants de l'Université du Québec à Trois-Rivières, où la turbidité fut d'abord mesurée (Turbidimètre *Thermo Orion*) pour 207 échantillons. Ensuite, les échantillons furent conservés dans un réfrigérateur pour un maximum de quatre jours. Finalement, ces derniers ont été envoyés dans une glacière au laboratoire Maxxam Analytique, situé à Montréal, une à deux fois par semaine. Les

243 échantillons prélevés ont été soumis à des analyses chimiques. Près de 40 paramètres géochimiques ont été analysés, dont les métaux, les anions principaux, les fluorures et les nutriments.

Contrairement aux échantillons soumis à des analyses chimiques, les bouteilles de bactériologie étaient acheminées directement au laboratoire Biolab à Trois-Rivières après chaque journée de prélèvement. Au total, 120 échantillons ont été soumis à des analyses microbiologiques, soit pour les bactéries atypiques, les coliformes totaux, les coliformes fécaux, les bactéries *E. coli* et les bactéries entérocoques.

Après l'échantillonnage, les échantillons prélevés aux fins d'analyses isotopiques ont été conservés dans un réfrigérateur dans le Laboratoire de recherche sur les bassins versants de l'Université du Québec à Trois-Rivières. À l'été 2011, ces échantillons ont été envoyés à l'Université de Waterloo pour l'analyse des isotopes du tritium (53 échantillons), du carbone 13 (trois échantillons), du carbone 14 (trois échantillons) et de l'azote 15 (quatre échantillons). Les isotopes de l'eau analysés dans les eaux souterraines ainsi que dans les eaux de pluie ont été envoyés au laboratoire d'analyses des isotopes stables légers du GEOTOP-UQAM. Au total, 57 échantillons d'eau souterraine ont été analysés pour l'oxygène 18 ainsi que pour le deutérium, et 4 échantillons d'eau de pluie ont été analysés pour les mêmes isotopes.

4.3 Validation des résultats

D'abord, des duplicatas ont été échantillonnés à chaque 10 ou 20 puits pour un total de 19. De plus, le laboratoire Maxxam Analytique a effectué une centaine de duplicatas pour plusieurs échantillons lors de l'analyse. Ce laboratoire a également analysé des blancs de transports et des filtres. L'analyse des blancs de transport a été effectuée une seule fois pendant l'été 2010. Les blancs de transport consistent à transférer des solutions contenues dans les bouteilles dans d'autres bouteilles vides lors du prélèvement d'échantillons d'eau. L'analyse en laboratoire permet de déterminer la présence potentielle d'une erreur de manipulation sur le terrain. En ce qui concerne

l'analyse des filtres, un filtre a été analysé pour chaque envoi d'échantillons afin de vérifier la qualité du matériel.

Ensuite, la balance ionique (ou électroneutralité) a été utilisée afin de vérifier la précision des résultats des analyses faites par les laboratoires. Cette précision est calculée à partir des cations Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ et K^+ ainsi que des anions Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- et NO_3^- .

$$E.N (\%) = \frac{\text{Somme des cations} \left(\frac{\text{meq}}{\text{L}} \right) - \text{Somme des anions} \left(\frac{\text{meq}}{\text{L}} \right)}{\text{Somme des cations} \left(\frac{\text{meq}}{\text{L}} \right) + \text{Somme des anions} \left(\frac{\text{meq}}{\text{L}} \right)} \times 100 \quad \text{Équation (4.1)}$$

Ce calcul a été appliqué pour chacun des échantillons. Le résultat de l'électroneutralité est en pourcentage. Le résultat le plus commun pour tous les laboratoires est une différence de 2 %. Au-delà d'une différence de 5 %, les échantillons et les procédures d'analyse devraient être examinés (Appelo et Postma, 1999). Certains laboratoires tolèrent une différence de neutralité de $\leq 10\%$ (Daniel Blanchette, 2011; communication personnelle). Cependant, cette méthode ne prend pas en compte les autres ions mineurs dans sa formule, mais seulement les cations et anions majeurs. L'absence des ions mineurs pourrait causer des débalancements pour certains échantillons. Les résultats de la balance ionique pour les 243 échantillons sont présentés en annexe. Le tableau 4.5 présente les 40 échantillons dont la balance ionique a dépassé le 10 % accepté.

Tableau 4.5
 Résultats de la balance ionique pour les 40 échantillons excédant
 10 % de débalancement

Numéro d'échantillons	Balance ionique (%)	Numéro d'échantillons	Balance ionique (%)
UQTR 24	-13,031	UQTR 71	-11,573
UQTR 27	16,534	UQTR 100	-14,310
UQTR 30	-12,686	UQTR 101	16,307
UQTR 31	-17,343	UQTR 104	10,586
UQTR 33	-14,125	UQTR 112	10,524
UQTR 40	-11,484	UQTR 114	-16,980
UQTR 42	10,950	UQTR 122	23,853
UQTR 50	-14,889	UQTR 123	-10,575
UQTR 51	-14,648	UQTR 129	10,550
UQTR 53	-11,926	UQTR 139	34,454
UQTR 56	-16,665	UQTR 143	25,166
UQTR 58	-19,740	UQTR 150	17,187
UQTR 61	-10,243	UQTR 153	26,170
UQTR 63	-13,122	UQTR 165	-28,676
UQTR 64	-14,065	UQTR 190	20,681
UQTR 65	-12,212	UQTR 207	11,682
UQTR 66	-11,543	UQTR 208	-24,184
UQTR 67	-13,814	UQTR 209	-11,935
UQTR 68	-18,078	UQTR 210	-12,474
UQTR 69	-10,738	UQTR 211	-59,887

Le débalancement des 20 échantillons en rouge dans le tableau 4.5 est expliqué par le fer et le manganèse qui se trouvent en grande concentration dans ces échantillons. Ces derniers ont donc été acceptés pour les analyses ultérieures malgré leur débalancement de plus de 10 %. Au total, 223 échantillons ont été utilisés pour les analyses statistiques multivariées.

Finalement, avant l'utilisation des données pour les analyses statistiques, deux manipulations ont été réalisées. Dans un premier temps, toutes les données se trouvant sous la limite de détection ont été divisées par deux. Ce sont les résultats de ces divisions qui ont été utilisés dans les analyses. Dans un deuxième temps, lors des dépassements de norme quantitative de qualité d'eau, notamment les dépassements géochimiques et microbiologiques, un second échantillonnage a été effectué afin de

valider les premiers résultats. La moyenne des deux résultats a été calculée. Si la moyenne des résultats était toujours supérieure à la norme quantitative de qualité d'eau, ces résultats représentaient donc des dépassements officiels.

4.4 Caractérisation géochimique, microbiologique et isotopique

Les résultats des analyses physico-chimiques, bactériologiques et isotopiques ont été intégrés dans une base de données géoréférencées. Ensuite, tous les résultats ont été validés avant d'être utilisés pour des analyses statistiques. Cette section traite des analyses chimiques, microbiologiques et isotopiques.

4.4.1 Analyses géochimiques et microbiologiques

Certains paramètres, tels les matières dissoutes totales, les bicarbonates et la dureté, ont été calculés à partir des résultats obtenus.

Les matières dissoutes totales ont été calculées à partir des principaux cations et anions;

$$MDT \left(\frac{mg}{L} \right) = \sum Cations + \sum Anions + SiO_2 \left(\frac{mg}{L} \right) \quad \text{Équation (4.2)}$$

Les bicarbonates ont été calculés à partir de l'alcalinité totale;

$$HCO_3 \left(\frac{mg}{L} \right) = Alcalinité\ totale \left(\frac{mg}{L} \right) \times 1.2 \quad \text{Équation (4.3)}$$

La dureté a été calculée à partir des concentrations en calcium et en magnésium;

$$Dureté \left(\frac{mg}{L} \right) = \left(Calcium \left(\frac{mg}{L} \right) \times 2.5 \right) + \left(Magnésium \left(\frac{mg}{L} \right) \times 4.167 \right) \quad \text{Équation (4.4)}$$

Différentes méthodes statistiques de type exploratoire ont été utilisées afin d'identifier d'éventuelles données aberrantes et de caractériser la série (données

minimales et maximales, moyennes, écarts-types, médianes et dépassements des critères de qualité de l'eau).

De plus, des analyses statistiques multivariées ont été effectuées. D'abord, une analyse en composante principale a été réalisée afin de déterminer les paramètres géochimiques expliquant la majorité des variations dans la série de données. En raison de leurs concentrations variant très peu ou pas du tout, un total de 12 paramètres, soit le sélénium, le lithium, l'antimoine, l'arsenic, l'étain, le cadmium, le vanadium, le titane, l'uranium, le béryllium, le bismuth et les anions sulfures, ont été éliminés avant la réalisation de l'analyse en composante principale. Les paramètres expliquant la majorité des variances sur les trois premiers axes ont été sélectionnés. Une analyse de groupe hiérarchique a ensuite été réalisée à partir des paramètres choisis afin de classer les échantillons d'eaux souterraines. Une distance euclidienne de 10, comme seuil de séparation des groupes, ainsi que la méthode de Ward's, comme règle de liaison, ont été utilisées pour créer un dendrogramme. Ces analyses ont été effectuées à l'aide des logiciels *Statistica* et *Systat 12* ainsi que du langage *R*. Les résultats des analyses ont permis la conception d'un modèle conceptuel de l'évolution et de l'origine des eaux souterraines afin de caractériser la recharge et les temps de résidences des aquifères du territoire à l'étude.

Tel que mentionné dans la section 1.1, les cations Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ et K^+ ainsi que les anions HCO_3^- , Cl^- , SO_4^{2-} sont les ions majeurs les plus souvent utilisés pour déterminer les types d'eaux souterraines. D'abord, les concentrations (mg/L) des ions majeurs sont converties en milliequivalent (meq/L) et, ensuite, en pourcentage (meq%). Les types d'eaux souterraines dominants correspondent aux concentrations en cations et en anions supérieures à 20 meq%. Les types d'eaux souterraines mixtes correspondent aux concentrations variant entre 10 et 20 meq%. Les cations et anions les plus dominants sont combinés pour former les types d'eaux souterraines.

Le logiciel *AquaChem* a été utilisé afin de préparer les diagrammes de Piper et de Stiff et calculer le ratio Cl/Br.

4.4.2 Analyses isotopiques

4.4.2.1 Le radiocarbone

Les résultats obtenus par le laboratoire de l'Université de Waterloo sont en âge radiocarbone (BP) ainsi qu'en pourcentage de carbone moderne (pMC). Ces âges sont généralement surestimés en raison du phénomène de dissolution des carbonates dans les aquifères carbonatés. Une correction du radiocarbone doit donc être effectuée puisque les âges non corrigés ne tiennent pas compte des dilutions. L'âge radiocarbone a été corrigé avec le modèle STAT de Vogel (1970). Les modèles statistiques supposent une dilution du carbone 14 dans l'échantillon d'eau souterraine après son infiltration dans le sol (Clark et Fritz, 1997). Le modèle statistique de Vogel (1970) implique un facteur de dilution selon les caractéristiques théoriques de l'aquifère :

$$t = -8267 * \ln \frac{a^{14}C_{DIC}}{q * a_0^{14}C} \quad \text{Équation (4.5)}$$

$a^{14}C_{DIC}$: concentration dans l'échantillon au moment de l'analyse (pMC)

$a_0^{14}C$: concentration dans l'échantillon à $t=0$ (cette valeur est théoriquement entre 100 à 110 pMC)

Les valeurs de facteur de dilution (q) de Vogel (1970) sont les suivantes :

0,65 – 0,75	Système karstique
0,75 – 0,90	Sédiments à grains fins carbonatés comme le silt
0,90 – 1,00	Roche cristalline

Le facteur de dilution utilisé pour la correction des trois échantillons est de 0,90 puisque les échantillons analysés pour le carbone 14 proviennent du roc. Cette méthode statistique permet la comparaison entre les âges radiocarbone corrigés et non corrigés.

4.4.2.2 *Le tritium*

Les résultats obtenus par le laboratoire de l'Université de Waterloo sont en unité de tritium (TU). Afin d'interpréter les résultats, deux méthodes ont été utilisées, soit une méthode quantitative et une méthode qualitative. Ces deux méthodes sont tirées de Clark et Fritz (1997). La méthode quantitative implique une formule qui détermine l'âge des échantillons selon leur contenu en tritium.

$$t = -17.93 * \ln \frac{a_t {}^3H}{a_0 {}^3H} \quad \text{Équation (4.6)}$$

$a_t {}^3H$: concentration en tritium (TU) dans l'échantillon d'eau analysé

$a_0 {}^3H$: concentrations initiales en tritium (TU), une valeur de 18 TU a été utilisée

La valeur pour $a_0 {}^3H$ a été sélectionnée en se basant sur la moyenne des données de tritium dans les eaux souterraines du sud-ouest de la Mauricie ainsi que sur les données de tritium dans les précipitations à Ottawa et à Sainte-Agathe.

La méthode qualitative, quant à elle, permet de distinguer l'eau moderne de l'eau submoderne pour les régions continentales. Les catégories sont les suivantes :

< 0,8 TU	Submoderne – Recharge avant 1952
0,8 à 4 TU	Mélange entre submoderne et recharge récente
5 à 15 TU	Moderne (< 5 à 10 ans)
15 à 30 TU	Présence de tritium provenant des essais nucléaires
> 30 TU	Recharge dans les années 1960 ou 1970
> 50 TU	Recharge dominantes dans les années 1960

4.4.2.3 *Les isotopes $\delta^{18}O$ et δ^2H*

Concernant les isotopes stables $\delta^{18}O$ – δ^2H , ces derniers ont été interprétés par la comparaison entre la droite des eaux météoriques et la droite des eaux souterraines du

territoire à l'étude avec celles d'autres régions. Les rapports isotopiques $\delta^{18}\text{O} - \delta^2\text{H}$ permettent de faire une distinction entre les concentrations des isotopes stables présents dans les précipitations et les concentrations présentes dans les eaux souterraines et, par le fait même, permettent de déterminer la provenance des échantillons (eaux de pluie, eaux de mer, etc.). Ce rapport est exprimé sous forme de graphique où les résultats des isotopes $\delta^{18}\text{O}$ sont placés en abscisse et les résultats des isotopes $\delta^2\text{H}$ en ordonnée. Des régressions linéaires sont définies à partir des résultats d'analyse d'eaux de pluie et d'eaux souterraines (*meteoric water line* et *groundwater line*). Craig (1961) a défini une régression linéaire pour les précipitations récoltées à travers le monde; $\delta^2\text{H} = 8\delta^{18}\text{O} + 10 \text{ ‰}$ (*Global meteoric water line*). D'autres équations peuvent être établies selon la localisation des études :

$$\text{Basses-Laurentides (Cloutier, 2004) : } \delta^2\text{H} = 7,58 \delta^{18}\text{O} + 10,98$$

$$\text{Ottawa (Rozanski et al., 1993) : } \delta^2\text{H} = 7,44 \delta^{18}\text{O} + 5,01$$

$$\text{Sainte-Agathe (IAEA/WHO 2001) : } \delta^2\text{H} = 7,75 \delta^{18}\text{O} + 9,96$$

Lorsque les résultats isotopiques $\delta^{18}\text{O} - \delta^2\text{H}$ dans les eaux souterraines sont similaires à ceux de la ligne météorique, cela indique que l'interaction entre le roc en place et l'eau de pluie n'entraîne pas de modifications isotopiques significatives (Cloutier, 2004), témoignant ainsi d'une recharge assez récente.

4.4.2.4 L'azote 15

L'isotope ^{15}N a été utilisé afin de déterminer la source des nitrites-nitrates dans les eaux souterraines. La figure des concentrations en ^{15}N dans les matières naturelles (Létolle, 1980; Amberger et Schmidt, 1987; Böttcher et al., 1990; Clark et Fritz, 1997) a été utilisée comme outil pour retracer les sources d'azote (figure 4.1).

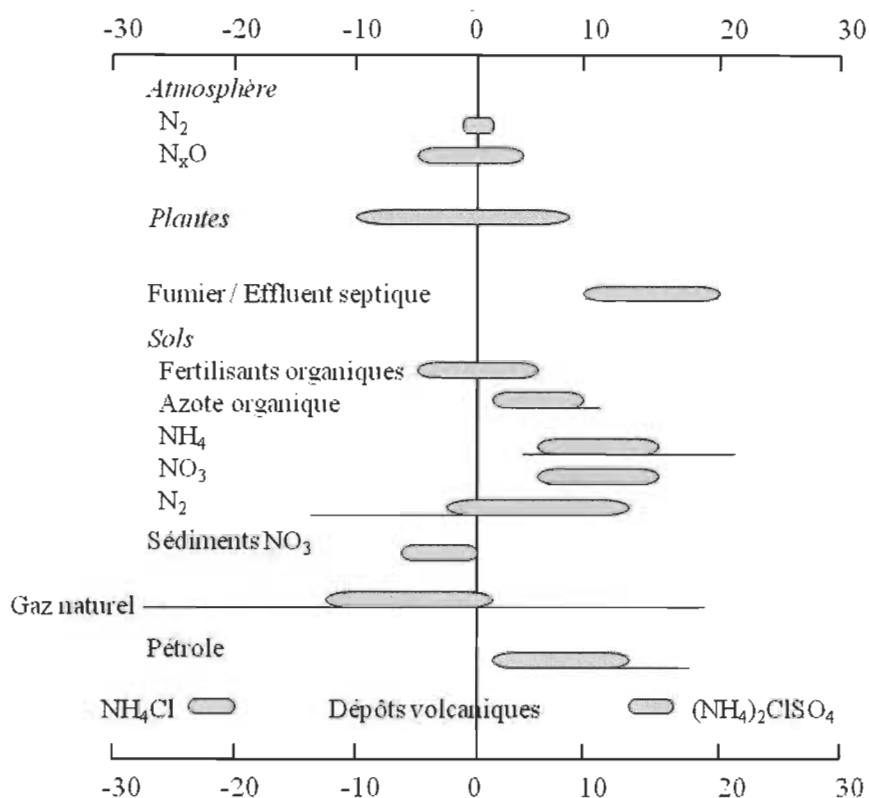


Figure 4.1 Concentrations en ^{15}N dans les matières naturelles (Létolle, 1980; Amberger et Schmidt, 1987; Böttcher *et al.*, 1990; Clark et Fritz, 1997).

4.5 Représentation cartographique des résultats

Les résultats des analyses géochimiques, bactériologiques et isotopiques ont été cartographiés à l'aide d'un système d'information géographique (ArcGIS). Les résultats bactériologiques et physico-chimiques ont été classifiés selon une rupture naturelle de la distribution (*natural break*). Cette méthode permet de classer les données à grande récurrence dans les mêmes classes et de mettre en évidence les données les moins fréquentes.

CHAPITRE V

RÉSULTATS

5.1 Statistiques descriptives

Le tableau 5.1 présente les statistiques descriptives des 63 variables mesurées dans les 243 puits de la Mauricie. La base de données ainsi que la cartographie des résultats sont présentées en annexe.

Tableau 5.1
Statistiques descriptives pour les 243 puits échantillonnés

Statistiques	Nombre de résultats	Valeur minimale	Valeur maximale	Moyenne	Médiane	Écart-type
Nombre de puits	243 puits					
Paramètres microbiologiques						
Bactéries atypiques (UFC/Mem)	120	0	200	24	0	52
Coliformes totaux (UFC/100 ml)	120	0	TNI ¹	19	1	29
Coliformes fécaux (UFC/100 ml)	120	0	11	1	0	6
Bactéries <i>E. coli</i> (UFC/100 ml)	120	0	TNI	1	0	6
Bactéries entérocoques (UFC/100 ml)	120	0	36	7	0	18
Paramètres isotopiques – Eau souterraine						
Azote 15 (‰ vs atmosphérique)	4	3,0	5,7	4,3	4,2	1,2
Deutérium (‰ vs VSMOW)	58	-89,6	-71,6	-82,8	-82,9	3,2
Oxygène 18 (‰ vs VSMOW)	57	-13	-9,9	-12,1	-12,2	0,5
Carbone 13 (‰ vs PDB)	3	-13,9	14	-1,6	-5	14,3
Carbone 14 (‰)	3	14146,0	30386,0	20233,7	16169,0	8850,2
Tritium (TU)	53	6,9	36,3	14,4	13,7	4,6
Paramètres isotopiques – Eau de pluie						
Deutérium (‰ vs VSMOW)	4	-80,30	-47,50	-62,00	-60,10	13,98
Oxygène 18 (‰ vs VSMOW)	4	-11,60	-7,70	-9,40	-9,20	1,65
Paramètres géochimiques						
Température (°C)	225	2,400	22,320	9,664	8,900	2,700
pH (unité)	159	4,900	9,340	6,906	6,700	0,799
Conductivité (µs/cm)	238	14,000	19771,000	395,851	177,300	1360,413
Salinité (pss)	130	0,004	26,200	0,687	0,090	3,358
Oxygène dissous (mg/L)	151	0,170	17,070	5,344	5,410	3,608
Oxygène dissous (%)	113	3,900	100,000	46,975	46,600	31,773
Potentiel d'oxydo-réduction (mV)	34	-233,200	527,000	47,274	45,350	120,184
Turbidité (UTN)	207	0,000	1788,000	62,293	0,900	241,004
Alcalinité totale (mg/L CaCO3)	242	0,500	1400,000	81,409	34,000	185,690
Bromure (mg/L)	243	0,100	150,000	1,695	0,250	12,286
Chlorures (mg/L)	243	0,130	15000,000	239,661	5,500	1543,146

Statistiques	Nombre de résultats	Valeur minimale	Valeur maximale	Moyenne	Médiane	Écart-type
Sulfates (mg/L)	243	0,000	250,000	15,000	10,000	19,516
Nitrites-Nitrates (mg/L)	243	0,000	24,000	1,050	0,200	2,190
Fluorure (mg/L)	243	0,050	3,500	0,222	0,050	0,504
Aluminium (mg/L)	243	0,001	1,700	0,025	0,005	0,118
Chrome (mg/L)	243	0,0003	0,004	0,0004	0,0003	0,0004
Cobalt (mg/L)	243	0,0003	0,029	0,001	0,0003	0,002
Cuivre (mg/L)	243	0,000	0,260	0,011	0,001	0,030
Fer (mg/L)	243	0,015	38,000	0,893	0,015	3,555
Plomb (mg/L)	243	0,0001	0,027	0,0005	0,0002	0,002
Lithium (mg/L)	243	0,005	0,360	0,008	0,005	0,025
Magnésium (mg/L)	243	0,050	900,000	16,527	2,700	96,819
Manganèse (mg/L)	243	0,0002	7,500	0,134	0,012	0,517
Antimoine (mg/L)	243	0,001	0,002	0,001	0,001	0,0002
Molybdène (mg/L)	243	0,0003	0,023	0,001	0,0003	0,002
Nickel (mg/L)	243	0,001	0,028	0,001	0,001	0,003
Potassium (mg/L)	243	0,050	250,000	5,281	1,300	25,007
Sélénium (mg/L)	243	0,001	0,001	0,001	0,001	3,2593E-19
Silicium (mg/L)	243	0,180	18,000	6,845	6,500	2,856
Argent (mg/L)	243	0,0001	0,005	0,0001	0,0001	0,0004
Sodium (mg/L)	243	0,750	7600,000	114,667	7,000	738,673
Strontium (mg/L)	243	0,001	41,000	0,601	0,081	3,326
Arsenic (mg/L)	243	0,001	0,001	0,001	0,001	3,849E-05
Etain (mg/L)	243	0,001	0,002	0,001	0,001	8,991E-05
Titane (mg/L)	243	0,001	0,007	0,001	0,001	0,0005
Uranium (mg/L)	243	0,001	0,003	0,001	0,001	0,0002
Vanadium (mg/L)	243	0,001	0,009	0,001	0,001	0,001
Zinc (mg/L)	243	0,000	1,700	0,028	0,009	0,123
Baryum (mg/L)	243	0,001	12,000	0,127	0,019	0,822
Béryllium (mg/L)	243	0,0003	0,001	0,0003	0,0003	1,7321E-05
Bismuth (mg/L)	243	0,0001	0,002	0,0001	0,0001	0,0001
Bore (mg/L)	243	0,000	3,500	0,079	0,006	0,377
Cadmium (mg/L)	243	0,0001	0,001	0,0001	0,0001	5,3952E-05
Calcium (mg/L)	243	0,640	210,000	18,423	11,000	25,155
Anions sulfures (mg/L)	243	0,010	0,700	0,017	0,010	0,047
Azote ammoniacal (mg/L)	243	0,010	24,000	0,454	0,040	2,597
Phosphore inorganique (mg/L)	243	0,015	4,300	0,088	0,015	0,421
Dureté (mg/L)	243	1,804	4181,098	114,070	40,209	447,296
Bicarbonates (mg/L)	243	0,000	1706,600	98,829	41,446	225,977
Matières dissoutes totales (mg/L)	243	12,677	25112,920	515,234	108,812	2556,987

5.2 Dépassements des recommandations pour la qualité de l'eau potable

Cette section présente les dépassements des normes pour la qualité de l'eau potable, soit les concentrations maximales acceptables (CMA) et les objectifs esthétiques (OE), selon Santé Canada. Le tableau 5.2 présente les dépassements microbiologiques ainsi que les dépassements géochimiques (CMA) alors que le tableau 5.3 présente les dépassements OE pour les paramètres géochimiques seulement.

Les dépassements sont présentés en fonction des contextes hydrogéologiques, soit le type de nappe et le type d'aquifère. Sur le territoire à l'étude, 16 dépassements CMA et 238 dépassements OE ont été observés pour les paramètres géochimiques suivants; les fluorures, le baryum, le plomb, le sodium, les sulfures, la dureté (calcium et magnésium), les matières dissoutes totales (somme des principaux cations et anions), le pH, les chlorures, le fer, le manganèse ainsi que les nitrites-nitrates. En ce qui concerne les paramètres bactériologiques, 106 dépassements CMA ont été observés pour les bactéries atypiques, les coliformes totaux, les coliformes fécaux, les bactéries *E. Coli* et les bactéries entérocoques.

Tableau 5.2
Dépassements des concentrations maximales acceptables (CMA) (Santé Canada, 2012)

Dépassement	Unités	Normes	Nombre d'échantillons	Nombre de dépassements totaux	Nappe libre / Dépôts meubles	Nappe libre / Roc	Nappe captive / Dépôts meubles	Nappe captive / Roc
Norme	Concentrations maximales acceptables							
Antimoine	mg/L	≤ 0,006	223	0	0	0	0	0
Arsenic	mg/L	≤ 0,01	223	0	0	0	0	0
Baryum	mg/L	≤ 1	223	5	0	0	2	3
Bore	mg/L	≤ 5	223	0	0	0	0	0
Cadmium	mg/L	≤ 0,005	223	0	0	0	0	0
Chrome	mg/L	≤ 0,05	223	0	0	0	0	0
Fluorures	mg/L	≤ 1,5	223	9	0	1	1	7
Nitrites-Nitrates	mg/L	≤ 10	223	1	0	0	0	1
Plomb	mg/L	≤ 0,01	223	1	1	0	0	0
Sélénium	mg/L	≤ 0,01	223	0	0	0	0	0
Uranium	mg/L	≤ 0,02	223	0	0	0	0	0
Bactéries atypiques	UFC/Mem	> 200	120	5	3	1	0	1
Coliformes totaux	UFC/100 ml	10	120	40	27	6	1	6
Coliformes fécaux	UFC/100 ml	0	120	11	8	2	0	1
Bactéries <i>E. coli</i>	UFC/100 ml	0	120	14	10	3	0	1
Bactéries entérocoques	UFC/100 ml	0	120	36	25	5	0	6

Tableau 5.3
Dépassements des objectifs esthétiques (OE) (Santé Canada, 2012)

Paramètres	Unités	Normes	Nombre d'échantillons	Nombre de dépassements totaux	Nappe libre / Dépôts meubles	Nappe libre / Roc	Nappe captive / Dépôts meubles	Nappe captive / Roc
Norme	Objectifs esthétiques							
Chlorures	mg/L	≤ 250	223	13	7	0	3	3
Cuivre	mg/L	≤ 1	223	0	0	0	0	0
Dureté	mg/L	≤ 200	223	9	3	2	2	2
Fer	mg/L	≤ 0,3	223	49	35	4	3	7
Manganèse	mg/L	≤ 0,05	223	82	57	9	7	9
Matières dissoutes totales	mg/L	≤ 500	223	16	8	0	3	5
pH	Unités	≤ 6,5 et 8,5 ≤	147	53 (≤ 6,5) et 6 (8,5 ≤)	51 (≤ 6,5) et 1 (8,5 ≤)	1 (≤ 6,5) et 0 (8,5 ≤)	0 (≤ 6,5) et 1 (8,5 ≤)	1 (≤ 6,5) et 4 (8,5 ≤)
Zinc	mg/L	≤ 5	223	0	0	0	0	0
Sodium	mg/L	≤ 200	223	7	0	0	3	4
Sulfates	mg/L	≤ 500	223	0	0	0	0	0
Sulfure	mg/L	≤ 0,05	223	3	0	1	1	1

La concentration maximale acceptable (CMA) pour les fluorures est de $\leq 1,5$ mg/L (Santé Canada, 2012). Les fluorures sont probablement d'origine naturelle. Les matériaux en place contiendraient une forte proportion de fluorures en association avec d'autres éléments expliquant la concentration élevée de cet anion par le passage de l'eau dans les fissures du socle rocheux et dans les dépôts meubles, ce qui expliquerait le grand nombre de dépassements des fluorures (sept sur neuf) dans le socle rocheux en condition de nappe captive. Les échantillons possédant de fortes concentrations en fluorures se situent principalement dans le piedmont. Les dépassements en fluorures sont une problématique identifiée par plusieurs études régionales, notamment l'étude des Basses-Laurentides (Cloutier, 2004; Cloutier *et al.*, 2006), l'étude du bassin versant de la rivière Châteauguay (Côté *et al.*, 2006) et l'étude hydrogéologique des Maritimes (Rivard *et al.*, 2008).

La concentration maximale acceptable (CMA) pour le baryum est de ≤ 1 mg/L (Santé Canada, 2012). Dans cette étude, cinq dépassements ont été notés, soit deux dans les dépôts meubles en condition confinée et trois dans le socle rocheux dans les mêmes conditions. Ces dépassements sont tous situés dans le sud du territoire, soit trois dans la plaine argileuse et deux dans le paléo-delta de la rivière Saint-Maurice, et semblent être liés à la présence d'eau salée. En effet, ces cinq échantillons possèdent également des dépassements en chlorures, en fer, en manganèse, en sodium, en dureté et en matières dissoutes totales. Le baryum est généralement présent dans l'eau souterraine en concentration élevée sans que des sources de contamination anthropiques ne soient en cause. Présent sous forme de microéléments, le baryum provient des roches ignées et sédimentaires (MDDEFP, 2012). De fortes concentrations en baryum dans les eaux souterraines ont été identifiées dans plusieurs régions, notamment les Basses-Laurentides (Cloutier, 2004; Cloutier *et al.*, 2006), le bassin versant de la rivière Châteauguay (Côté *et al.*, 2006) ainsi qu'au Nouveau-Brunswick et à Île-du-Prince-Édouard (Rivard *et al.*, 2005, 2008).

La concentration maximale acceptable (CMA) pour le plomb est de $\leq 0,01$ mg/L (Santé Canada, 2012). Le plomb est un métal lourd présent naturellement en petites quantités dans la croûte terrestre. Le plomb est utilisé dans plusieurs produits de consommation se retrouvant ainsi dans la nourriture, l'eau, l'air, les poussières et le sol (MDDEFP, 2012). Un seul dépassement a été identifié sur le territoire à l'étude. L'échantillon a été récolté dans un puits municipal à l'intérieur de vieilles canalisations faites de plomb. La valve utilisée pour l'échantillonnage n'avait jamais été utilisée par des représentants de la municipalité en question. La stagnation de l'eau dans cette canalisation pourrait ainsi expliquer ce dépassement. D'autres cas de dépassements en plomb ont été notés dans les Maritimes (Rivard *et al.*, 2005). Contrairement au sud-ouest de la Mauricie, ces dépassements seraient d'origine naturelle.

L'objectif esthétique (OE) pour le sodium est de ≤ 200 mg/L (Santé Canada, 2012). Le sodium provient principalement du lessivage des sols et de l'eau de pluie. Des concentrations supérieures aux niveaux naturels peuvent indiquer la présence d'agents polluants ou une invasion d'une eau salée. La problématique la plus fréquente est reliée à l'infiltration d'eau de surface contaminée par les sels déglacant, le ruissellement des sols possédant de fortes concentrations de sodium, la pollution de la nappe phréatique par les eaux usées, etc. La présence de sodium est généralement associée à la présence des chlorures. Au total, sept dépassements ont été notés au sud-ouest de la Mauricie, dont trois dans les dépôts meubles en condition de nappe captive et quatre dans le socle rocheux dans les mêmes conditions. Les dépassements se concentrent surtout dans le sud du territoire (basses-terres du Saint-Laurent). Sur les sept dépassements, cinq semblent être liés à la présence d'eau salée due aux très grandes concentrations pour ce cation (entre 4300 mg/L et 15000 mg/L). De fortes concentrations en sodium sont une problématique récurrente dans les eaux souterraines. En effet, les auteurs de l'étude hydrogéologique des Maritimes ont noté 45 dépassements sur 1542 échantillons au Nouveau-Brunswick et un dépassement sur 348 échantillons à l'Île-du-Prince-Édouard (Rivard *et al.*, 2005). De plus, de fortes concentrations en sodium ont également été notées pour les régions des Basses-Laurentides (Cloutier, 2004; Cloutier *et al.*, 2006) et du bassin versant de la rivière Châteauguay (Blanchette *et al.*, 2010).

L'objectif esthétique (OE) pour les sulfures est de $\leq 0,05$ mg/L (Santé Canada, 2012). La présence de sulfures est généralement reliée à l'activité naturelle des bactéries sulfato-réductrices (MDDEFP, 2012). En raison des conditions anaérobiques, l'eau a une odeur et un goût d'œuf pourri. Trois dépassements ont été identifiés dans la partie est du territoire à l'étude. Ces derniers se trouvent dans trois contextes hydrogéologiques différents, soit dans le socle rocheux en condition de nappe libre et de nappe captive ainsi que dans les dépôts meubles en condition confinée. Ces dépassements se retrouvent dans le plateau laurentien et dans le paléo-delta de la rivière Saint-Maurice. De fortes concentrations en sulfures ont également été observées dans la région des Basses-Laurentides (Cloutier, 2004; Cloutier *et al.*, 2006).

Aucune recommandation n'est reliée à la dureté de l'eau. Toutefois, des concentrations se situant entre 80 et 100 mg/L sont considérées comme acceptables. Les concentrations > 200 mg/L sont associées à une eau médiocre et les concentrations > 500 mg/L sont considérées comme étant inacceptables pour l'eau potable. La dureté est un problème récurrent dans les eaux souterraines. Elle est calculée majoritairement à partir des quantités d'ions de calcium et de magnésium présents dans l'eau souterraine. Au total, neuf dépassements (concentration de > 500 mg/L) ont été identifiés dans quatre contextes hydrogéologiques, soit dans les dépôts meubles et dans le socle rocheux en condition de nappe libre et de nappe captive. Ces dépassements sont situés dans la plaine argileuse ($n = 3$), dans le paléo-delta de la rivière Saint-Maurice ($n = 4$) et sur le plateau laurentien ($n = 2$). La dureté de l'eau semble être liée à la présence d'eau salée ou tout simplement à la présence d'eau contenant de fortes concentrations de différents ions. La dureté est une problématique récurrente dans plusieurs régions. McCormack (1983) a observé des concentrations élevées sur la rive nord du Saint-Laurent. Il a démontré que la qualité de l'eau, en milieu fracturé, est généralement médiocre en raison de sa dureté et des grandes concentrations en fer. De plus, les Basses-Laurentides (Cloutier, 2004; Cloutier *et al.*, 2006), le bassin versant de la rivière Châteauguay (Blanchette *et al.*, 2010), le Saguenay-Lac-Saint-Jean (Walter, 2010) sont toutes des régions où de fortes concentrations en dureté ont été notées.

L'objectif esthétique (OE) pour les matières dissoutes totales (MDT) est de ≤ 500 mg/L selon les recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada (Santé Canada, 2012). Les matières dissoutes totales sont composées des sels inorganiques et des petites quantités de matières organiques. Leurs principaux constituants sont les cations de calcium, de magnésium, de sodium et de potassium ainsi que les anions de carbonates, de bicarbonates, de chlorures, de sulfates et de nitrates. Les matières dissoutes totales présentes dans les eaux souterraines proviennent principalement de sources naturelles, des égouts, du ruissellement urbain et agricole ainsi que des eaux usées industrielles (Santé Canada, 2012). Au Québec, les sels déglacants servant au dégivrage des routes peuvent contribuer fortement à la charge des MDT dans les eaux souterraines. De fortes concentrations (de 195 à 1100 mg/L) se rencontrent habituellement dans les roches sédimentaires du paléozoïque et du mésozoïque, qui renferment des carbonates, des chlorures, du calcium, du magnésium et des sulfates (Santé Canada, 2012). Au sud-ouest de la Mauricie, 16 dépassements ont été notés dont huit se situent dans les dépôts meubles en nappe libre, cinq dans le socle rocheux en nappe captive ainsi que trois dans les dépôts meubles en condition de nappe captive. Les dépassements en nappe captive peuvent être principalement expliqués par des causes naturelles, telle l'invasion d'une eau salée ou la géologie en place, tandis que les dépassements en nappe libre peuvent être justifiés par des sources anthropiques (ruissellement des sels déglacants, infiltrations des eaux usées industrielles, etc.). Ces dépassements se situent dans la partie sud du territoire à l'étude (basses-terres du Saint Laurent). Cette problématique est commune pour plusieurs régions du Québec, notamment la région du bassin versant de la rivière Châteauguay (Blanchette *et al.*, 2010), la région des Basses-Laurentides (Cloutier, 2004), etc.

L'objectif esthétique (OE) pour le pH est entre 6,5 et 8,5 selon les recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada (Santé Canada, 2012). Le pH d'une solution aqueuse est une mesure de l'équilibre acide-base réalisé par différents composés dissous. Le pH est contrôlé par le mécanisme d'équilibre anhydride carbonique - bicarbonate – carbonate (Goldman *et al.*, 1972) et est lié de différentes façons à presque tous les paramètres de la qualité de l'eau. Au total, 59 dépassements des

normes esthétiques ont été identifiés, soit 53 échantillons possédant un pH de moins de 6,5 et 6 échantillons en haut de 8,5. Près de 96 % (n=51) des échantillons présentant un pH acide se trouvent dans les dépôts meubles en condition de nappe libre. De fortes concentrations en carbonate et en bicarbonate dans les zones de recharges (généralement en nappe libre) viennent briser l'équilibre acide-base en libérant des protons H^+ . Ce déséquilibre peut expliquer le grand nombre d'échantillons acide au sud-ouest de la Mauricie. Pour les échantillons possédant un pH basique, quatre se trouvent dans le socle rocheux en condition confinée et deux dans les dépôts meubles en condition de nappe libre (n=1) et de nappe captive (n=1). Au niveau spatial, les dépassements de pH en bas de 6,5 sont répartis de façon assez uniforme sur le territoire, tandis que les dépassements de pH en haut de 8,5 sont situés principalement dans le piedmont et sur le plateau laurentien, soit dans la partie nord. Des dépassements en pH ont été notés dans la région du bassin versant de la rivière Châteauguay (Blanchette *et al.*, 2010), dans la région des Basses-Laurentides (Cloutier, 2004), etc.

5.3 Types d'eau dominants

Les types d'eau dominants ont été calculés à partir de la concentration des cations Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ et K^+ ainsi que les anions HCO_3^- , Cl^- , SO_4^{2-} pour les 223 échantillons (présentés en annexe). Au total, six types d'eau dominants et quatre types d'eau mixtes ont été déterminés. Le tableau 5.4 présente les types d'eaux souterraines retrouvés sur le territoire ainsi que leur récurrence respective selon les contextes hydrogéologiques. La figure 5.1 présente la répartition spatiale des types d'eau dominants sur le territoire à l'étude.

Tableau 5.4
Types d'eaux souterraines du sud-ouest de la Mauricie

Type d'eau	Nombre d'échantillons	Nombre - Nappe libre / Dépôts meubles	Nombre - Nappe libre / Roc	Nombre - Nappe captive / Dépôts meubles	Nombre - Nappe captive / Roc
Ca-HCO₃	116	71	27	12	6
Na-Cl	47	39	1	3	4
Na-HCO₃	24	7	3	1	13
Ca-Cl	12	12	0	0	0
Ca-SO₄	8	6	2	0	0
Cations mixtes (Ca-Mg-Na) - HCO₃	6	2	0	1	3
Ca-Anions mixtes (SO₄-HCO₃-Cl)	5	5	0	0	0
Cations mixtes (Ca-Na) - HCO₃	3	1	1	1	0
Na-Anions mixtes (SO₄-HCO₃-Cl)	1	1	0	0	0
Na-SO₄	1	1	0	0	0

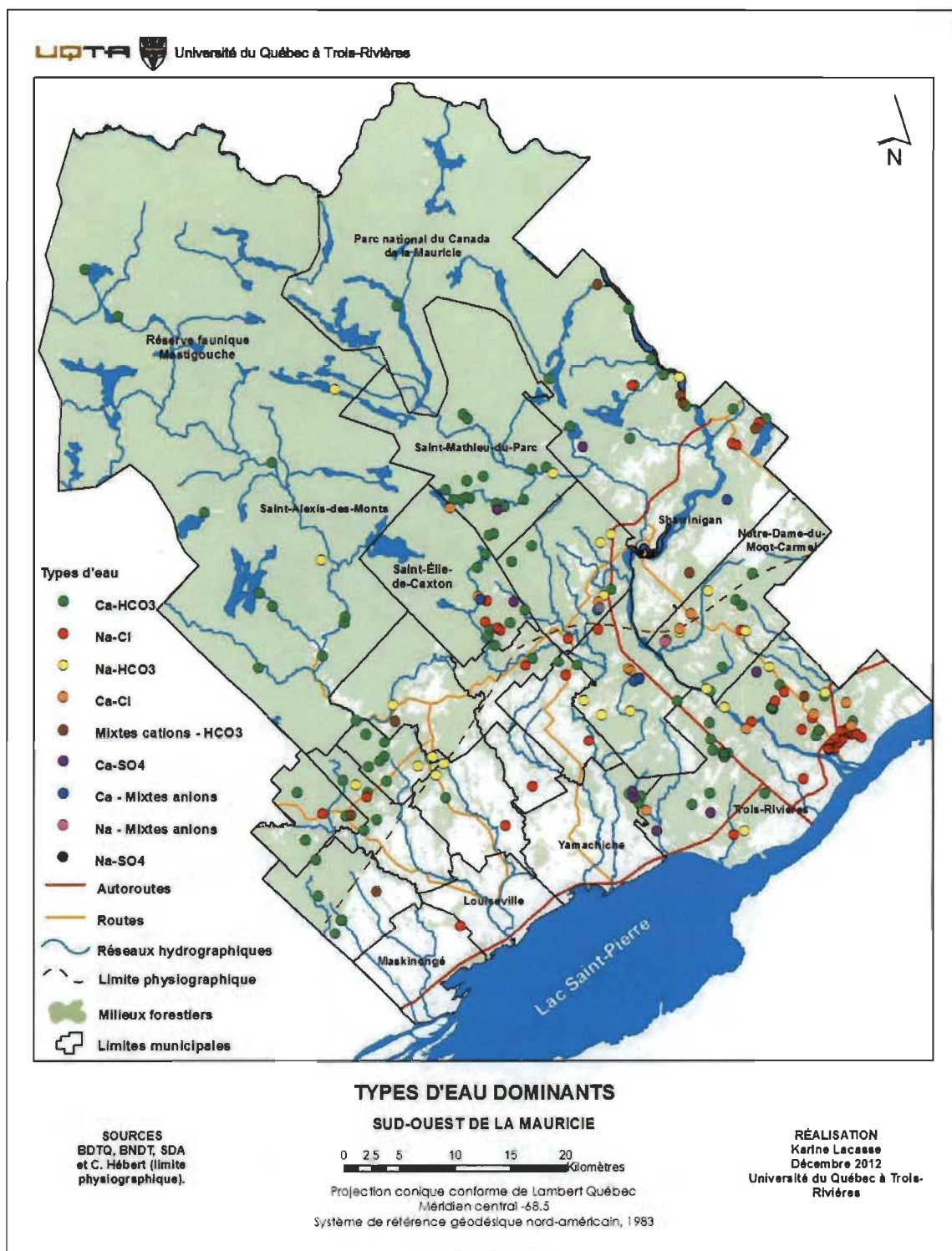


Figure 5.1 Répartition spatiale des types d'eau dominants au sud-ouest de la Mauricie.

Le type d'eau le plus récurrent est le type Ca-HCO₃ (116 échantillons). Ce type d'eau est surtout dominant dans les zones de recharge, soit dans les dépôts meubles (71 échantillons) et dans le socle rocheux (27 échantillons) en condition de nappe libre. On le retrouve dans trois grands contextes hydrogéologiques, soit le paléo-delta de la rivière Saint-Maurice, le piedmont ainsi que le plateau laurentien. Les travaux de Cloutier (2004) et Cloutier *et al.* (2006; 2010) ont démontré que la dissolution des carbonates constitue une des premières réactions chimiques dans les eaux souterraines et s'effectue principalement dans les zones de recharges.

Le second type d'eau le plus fréquent est le type Na-Cl (47 échantillons). Ce dernier est surtout dominant dans les dépôts meubles en condition de nappe libre (39 échantillons), principalement dans le paléo-delta de la rivière Saint-Maurice. Quelques échantillons sont localisés dans le piedmont ainsi que dans la plaine argileuse. L'augmentation de la salinité de l'eau souterraine peut être expliquée par plusieurs phénomènes, notamment l'interaction entre l'eau et le socle rocheux, la dissolution des roches évaporitiques, l'intrusion d'une eau salée (vieille ou récente), le mélange entre l'eau douce et l'eau salée, l'influence d'un aquitard contenant des argiles marines et les contaminations anthropiques (sels déglacants et apports agricoles) (Hem 1985; Richter et Kreitler, 1993; Appelo et Postma, 1999; Cloutier *et al.*, 2010). Cette problématique sera développée plus largement dans une section subséquente.

Le troisième type d'eau en importance est le type Na-HCO₃ (24 échantillons). Ce type d'eau est surtout dominant dans le socle rocheux en condition de nappe captive (13 échantillons), suivi des dépôts meubles en condition de nappe libre (sept échantillons). On le retrouve dans trois contextes hydrogéologiques, soit le paléo-delta de la rivière Saint-Maurice, le piedmont et le plateau laurentien. Ce type d'eau semble être le résultat de l'évolution du type Ca-HCO₃ vers le type Na-HCO₃ dû aux échanges de cations entre le Ca²⁺ et le Na⁺ (Thorstenson *et al.*, 1979; Chapelle et Knobel, 1983; Henderson, 1985).

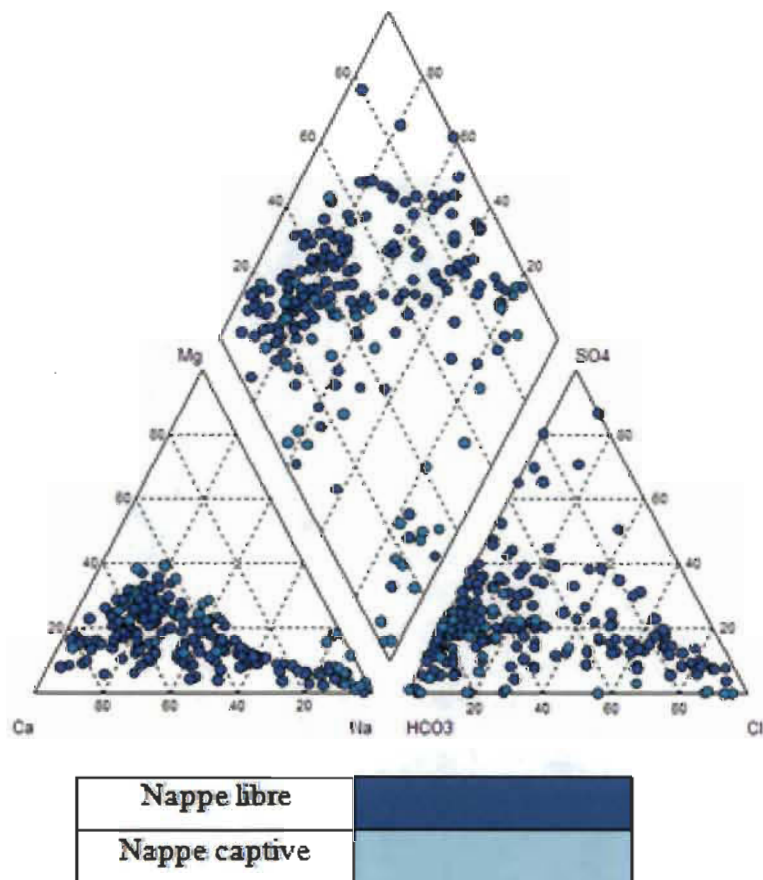
Le quatrième type d'eau en importance est le type Ca-Cl (12 échantillons). Ce dernier se trouve uniquement dans les dépôts meubles en condition de nappe libre. Il semble être le résultat de la dissolution des carbonates ainsi que de l'infiltration des sels déglacants vers la nappe phréatique.

Le cinquième type d'eau Ca-SO₄ (huit échantillons) se trouve dans les dépôts meubles (six échantillons) et dans le socle rocheux (deux échantillons) en conditions de nappe libre seulement. On le retrouve dans le paléo-delta de la rivière Saint-Maurice et sur le plateau laurentien. Ce type d'eau peut témoigner d'une évolution du type Ca-HCO₃ vers le type Na-SO₄. Ce dernier est caractérisé par une augmentation des concentrations de SO₄²⁻ ainsi qu'une diminution des concentrations en HCO₃⁻. L'apport en sulfates peut être relié à la dissolution du gypse (Cloutier *et al.*, 2010 et Blanchette *et al.*, 2010).

Les cinq autres types d'eau, soit les cations mixtes (Ca-Mg-Na)-HCO₃, les Ca-anions mixtes (SO₄-HCO₃-Cl), les cations mixtes (Ca-Na)-HCO₃, les Na-anions mixtes (SO₄-HCO₃-Cl), et le Na-SO₄, sont beaucoup moins fréquents que les cinq premiers types d'eau. Ces types sont tous présents dans les dépôts meubles en condition de nappe libre. Ils peuvent être influencés par la dissolution des carbonates, la dissolution du gypse, l'infiltration des sels déglacants ou encore l'invasion d'eaux salées. Aucune confirmation ne peut être apportée en raison du faible nombre d'échantillons associé à de ces types d'eau.

Afin de déterminer les facteurs qui influencent la qualité de l'eau ainsi que l'évolution géochimique, les faciès géochimiques des 223 échantillons sont présentés sous forme de diagramme de Piper. Les figures 5.2a et 5.2b présentent le faciès géochimique des échantillons en fonction des contextes hydrogéologiques, soit selon le type de nappe et le type d'aquifère recoupé. La figure 5.3 présente les faciès géochimiques en fonction de l'origine des dépôts meubles (5.3a) ainsi que de la géologie en place (5.3b).

a. Faciès géochimiques en fonction du type de nappe.



b. Faciès géochimiques en fonction du type d'aquifère recoupé.

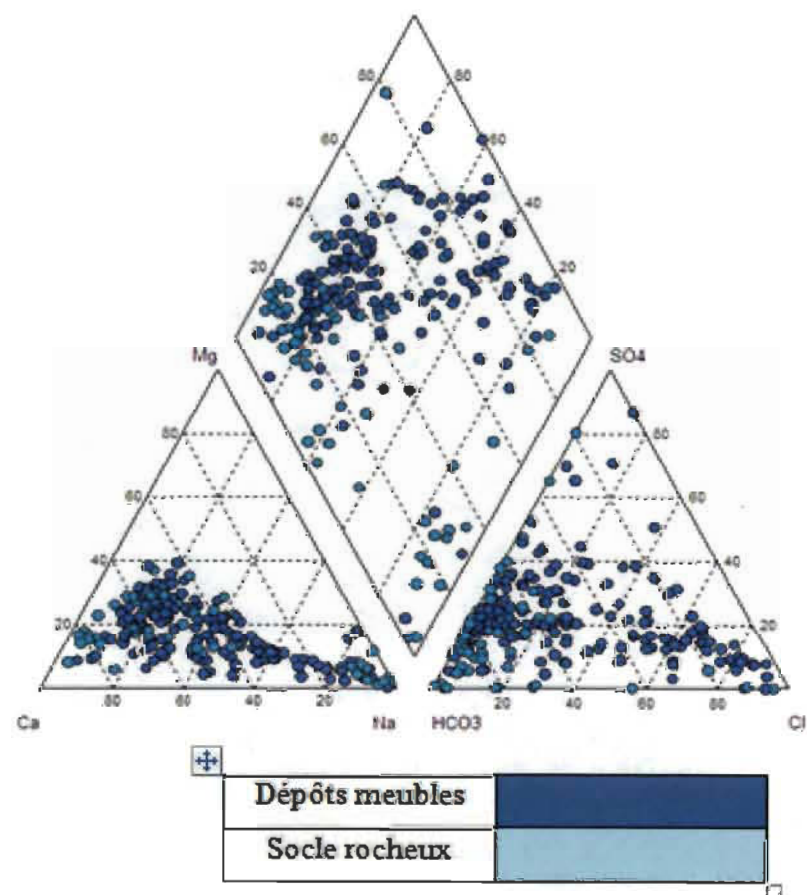


Figure 5.2 Faciès géochimiques des 223 échantillons en fonction du contexte hydrogéologique.

a. Faciès géochimiques en fonction de l'origine des dépôts meubles.

b. Faciès géochimiques en fonction de la géologie.

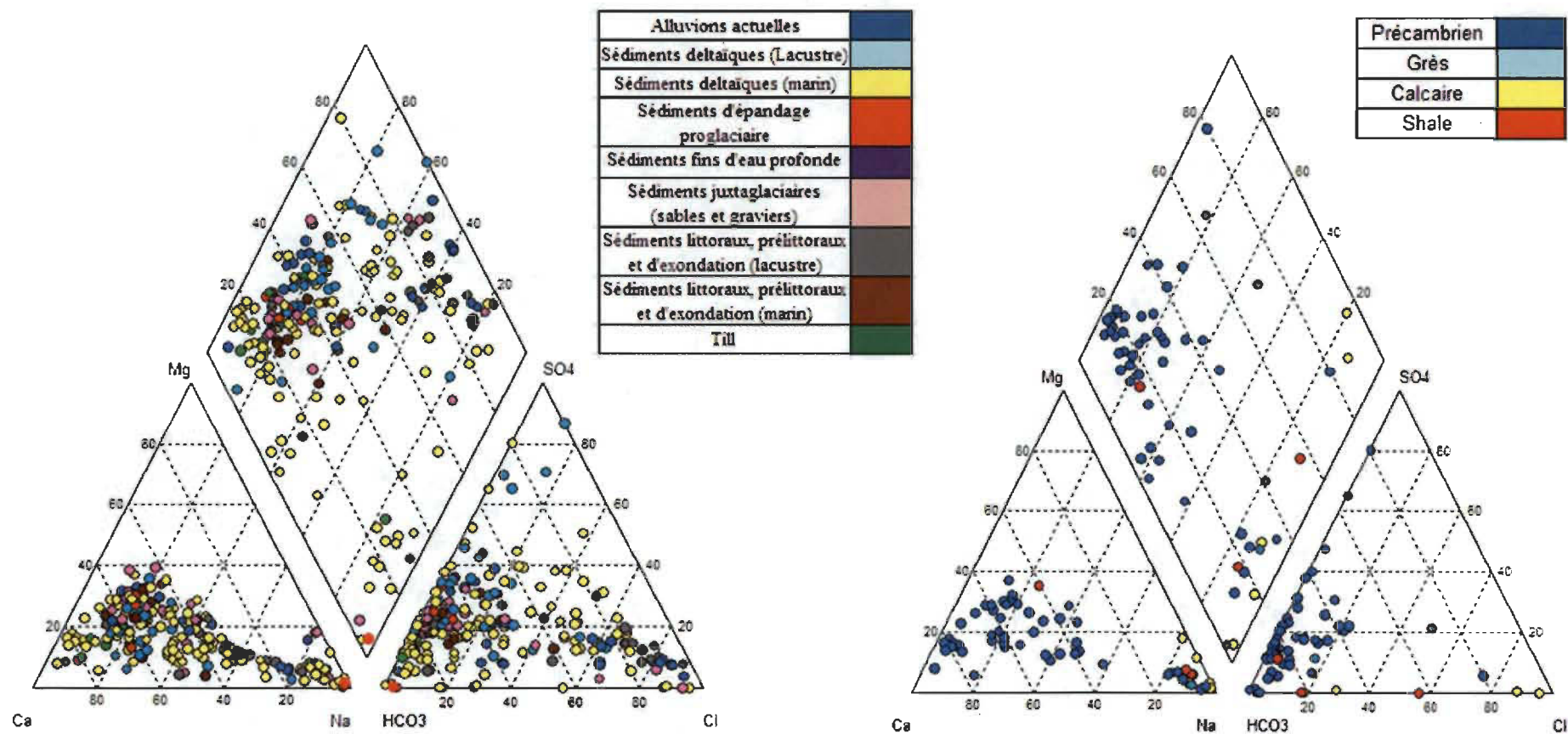


Figure 5.3 Faciès géochimiques des 223 échantillons en fonction de l'origine des dépôts meubles ainsi que de la géologie.

Les échantillons situés dans des nappes libres sont principalement concentrés dans les zones de Ca-Mg-HCO_3 , de Na-Cl et de Ca-Cl du digramme (figure 5.2a). Les échantillons situés dans des nappes captives sont surtout concentrés dans les zones de Ca-Mg-HCO_3 , de Na-HCO_3 et de Na-Cl du digramme de Piper. Sur la figure 5.2b, les eaux souterraines provenant des dépôts meubles sont concentrées dans les zones de Ca-Mg-HCO_3 , de Na-Cl et de Ca-Cl , alors que les échantillons dans le socle rocheux sont surtout concentrés dans les zones de Ca-Mg-HCO_3 et de Na-HCO_3 du diagramme de Piper. La figure 5.3 démontre que les faciès géochimiques semblent en fait peu influencés par l'origine des dépôts meubles et la géologie du socle.

Les faciès géochimiques semblent donc être davantage influencés par le contexte hydrogéologique (type de nappe et type d'aquifère recoupé) que par l'origine des dépôts meubles et la géologie.

5.4 Analyses statistiques multivariées

L'analyse en composante principale a été utilisée afin de déterminer les paramètres géochimiques expliquant la majorité des variations dans la série de données. Le tableau 5.5 présente la variance des données selon le nombre de facteurs. Les chiffres en vert représentent les paramètres expliquant la majorité des variations dans la série de données sur les trois premiers axes de l'analyse en composante principale. Les paramètres possédant les plus grandes variances (le plus près de 1.0) ont été sélectionnés pour effectuer l'analyse de groupe hiérarchique.

Tableau 5.5
 Variance des données pour les trois premiers facteurs de l'ACP

Paramètres	ACP - Trois facteurs		
	1	2	3
Alcalinité totale	0,811	-0,358	0,214
Bromure	0,699	0,064	-0,124
Chlorures	0,683	0,424	0,045
Sulfates	0,038	0,414	0,441
Nitrites-Nitrates	0,051	0,624	0,261
Fluorure	0,582	-0,608	-0,045
Aluminium	-0,093	0,117	-0,403
Chrome	0,31	0,162	-0,207
Cobalt	0,194	0,446	-0,531
Cuivre	-0,31	0,257	0,075
Fer	0,499	0,091	-0,591
Plomb	-0,138	0,361	0,066
Magnésium	0,872	0,176	0,202
Manganèse	0,376	0,151	-0,64
Molybdène	0,363	-0,481	0,062
Nickel	0,179	0,495	-0,406
Potassium	0,859	0,125	-0,077
Silicium	0,347	0,001	-0,189
Argent	0,159	-0,149	0,037
Sodium	0,789	0,076	0,043
Strontium	0,799	0,104	0,345
Zinc	-0,117	0,303	-0,153
Baryum	0,668	0,385	-0,139
Bore	0,73	-0,29	-0,137
Calcium	0,71	0,349	0,39
Azote ammoniacal	0,69	-0,168	-0,387
Phosphore inorganique	0,476	-0,504	-0,273
Matières dissoutes totales	0,96	0,021	0,139
Dureté	0,844	0,28	0,3
Bicarbonates	0,81	-0,357	0,214

Selon l'analyse en composante principale, 16 paramètres géochimiques expliquent majoritairement les variations dans la série de données sur les trois premiers axes. Ces paramètres, soit le calcium, le magnésium, le sodium, le potassium, les bicarbonates, les chlorures, les sulfates, les fluorures, les nitrites-nitrates, le fer, le manganèse, les bromures, le bore, le strontium, le baryum et les matières dissoutes totales, ont été sélectionnés et utilisés dans l'analyse hiérarchique.

L'analyse de groupe hiérarchique est une méthode statistique de classification de données. Les 16 paramètres sélectionnés dans l'analyse en composante principale ont été utilisés afin de classer les 223 données en différents groupes selon leur ressemblance sous forme de dendrogramme. La figure 5.4 présente le résultat de cette analyse de groupe hiérarchique. Le seuil choisi pour le regroupement des données a permis de distinguer 11 groupes. Le faciès chimique de l'ensemble des échantillons d'eau par groupe est représenté sous forme de diagramme de Piper dans la figure 5.5.

Ces 11 groupes hiérarchiques ont ensuite été regroupés en sept groupes en fonction de leur similarité géochimique et isotopique. Ces regroupements ont servi à la réalisation du modèle conceptuel de l'origine et de l'évolution des eaux souterraines présenté dans le chapitre 6. Le tableau 5.6 présente les caractéristiques hydrogéologiques, géochimiques et isotopiques des sept regroupements. De plus, la répartition spatiale des sept regroupements est présentée à la figure 5.6. Il va sans dire qu'il y a des recoupements entre les types d'eau identifiés à partir des cations et des anions dominants, présentés à la section précédente, et les regroupements de l'analyse hiérarchique, avec cependant des nuances. Les types d'eau dominants correspondant à chaque regroupement de l'analyse hiérarchique sont donc indiqués dans le tableau 5.6 afin de faciliter les comparaisons.

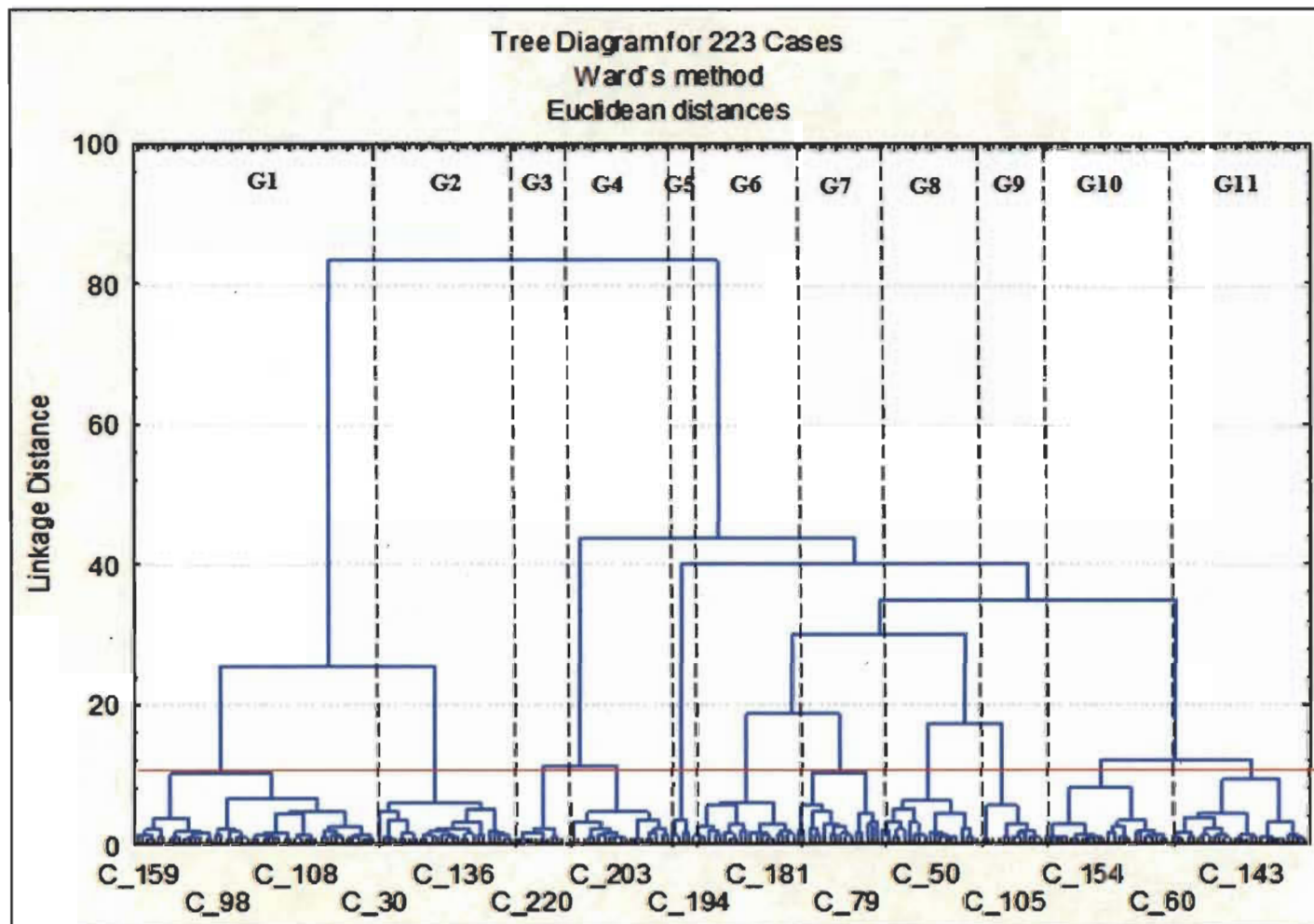


Figure 5.4 Résultats de l'analyse sous forme de dendrogramme pour les 223 données (selon la méthode de Ward et la distance euclidienne).

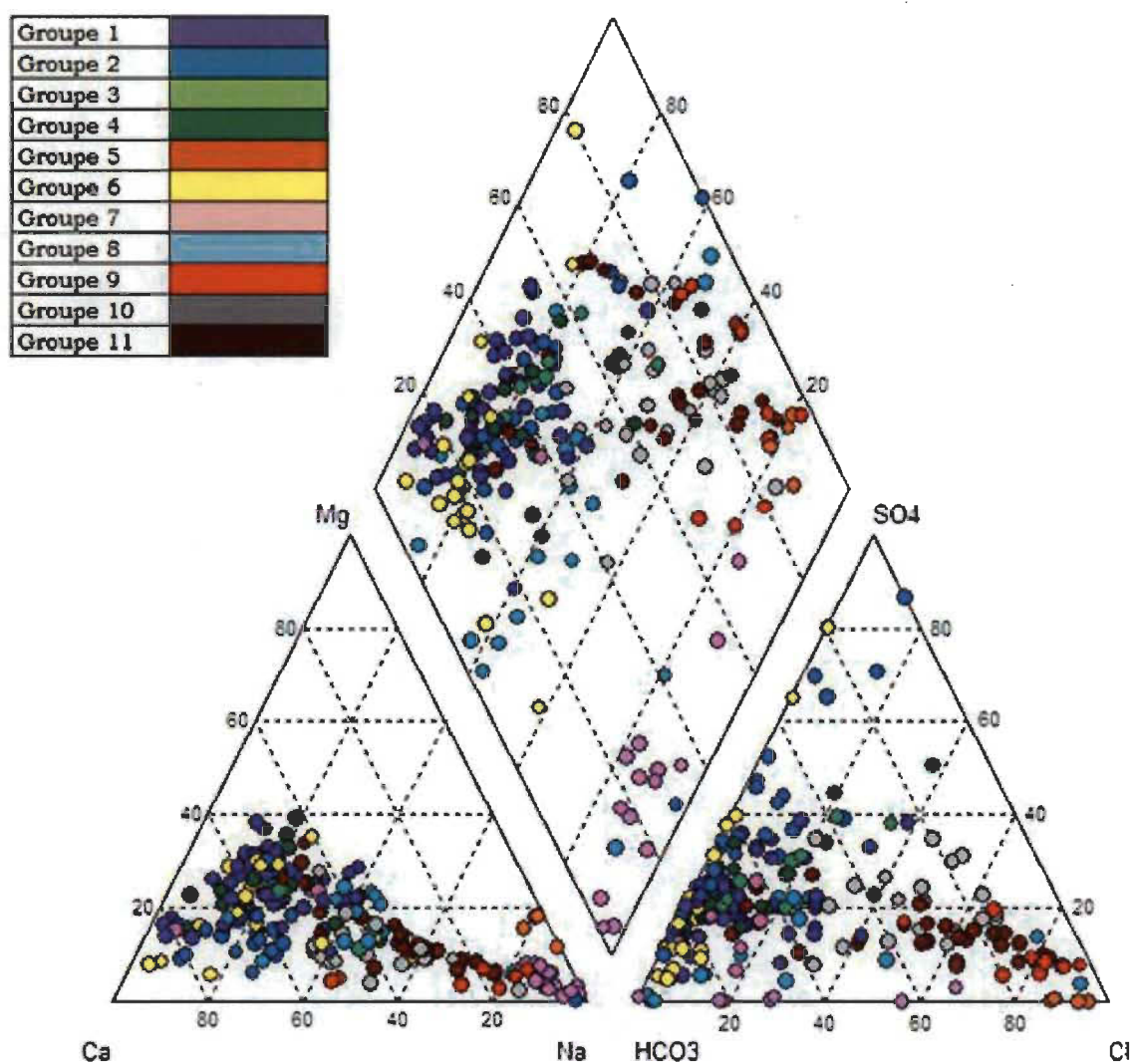


Figure 5.5 Faciès chimiques des 223 échantillons appartenant aux 11 groupes hiérarchiques.

Tableau 5.6
Caractéristiques hydrogéologiques et médianes des variables géochimiques et isotopiques pour chacun des sept principaux regroupements

Regroupements (RG)	1	2	3	4	5	6	7
Premiers groupes	Groupe 9	Groupe 1 Groupe 3 Groupe 4	Groupe 2 Groupe 6	Groupe 10 Groupe 11	Groupe 8	Groupe 7	Groupe 5
pH (Unité)	6,5	6,93	6,92	-	6,54	8,38	7,685
Conductivité (µs/cm)	975,4	128,5	138		318,5	373,9	3060
Tritium (Années)	Moins de 1	5,97	8,54	2,56	3,03	7,50	-
Carbone 14 (‰)	-	-	-	-	-	23404	-
Type d'eau	Na-Cl	Ca-HCO ₃	Ca-HCO ₃	Mixtes cations (Ca-Na) -Cl	Mixtes cations (Ca-Na) - HCO ₃	Na-HCO ₃	Na-Cl
Type de nappe	Nappe libre (13)	Nappe libre (64) et nappe captive (12)	Nappe libre (39) et nappe captive (7)	Nappe libre (46) et nappe captive (4)	Nappe libre (14) et nappe captive (4)	Nappe libre (3) et nappe captive (13)	Nappe captive (4)
Aquifère recoupé	Dépôts meubles (12) et roc (1)	Dépôts meubles (57) et roc (19)	Dépôts meubles (28) et roc (18)	Dépôts meubles (49) et roc (1)	Dépôts meubles (12) et roc (6)	Dépôts meubles (3) et roc (13)	Dépôts meubles (2) et roc (2)
Bromures (mg/L)	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	67
Chlorures (mg/L)	230	2,95	1,075	34,5	21	18	10500
Sulfates (mg/L)	32	9,5	11,375	14,5	18	4,6	5
Nitrites-Nitrates (mg/L)	2	0,215	0,075	1,2	0,05	0,05	1
Fluorures (mg/L)	0,05	0,05	0,15	0,05	0,1	1,15	0,9
Fer (mg/L)	0,16	0,05	0,019	0,034	3,55	0,0325	8,05
Magnésium (mg/L)	4,9	2,4	2,57	3,025	5,7	1,8	585
Manganèse (mg/L)	0,059	0,23	0,033	0,008	0,31	0,0078	0,215
Potassium (mg/L)	2,6	1	1,06	1,68	3,35	3,65	170
Sodium (mg/L)	130	3,6	5,15	16,75	28,5	70,5	5800
Calcium (mg/L)	31	8,9	14,9	14,1	28	4,3	135
Phosphore inorganique (mg/L)	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,105	0,115
Matières dissoutes totales (mg/L)	488,32	89,01	116,83	130,33	275,32	321,54	18841,32
Dureté (mg/L)	90,64	35,81	51,39	48,31	94,09	18,03	2602,28
Bicarbonates (mg/L)	41,45	39,01	50,28	31,08	121,90	188,95	1389,66

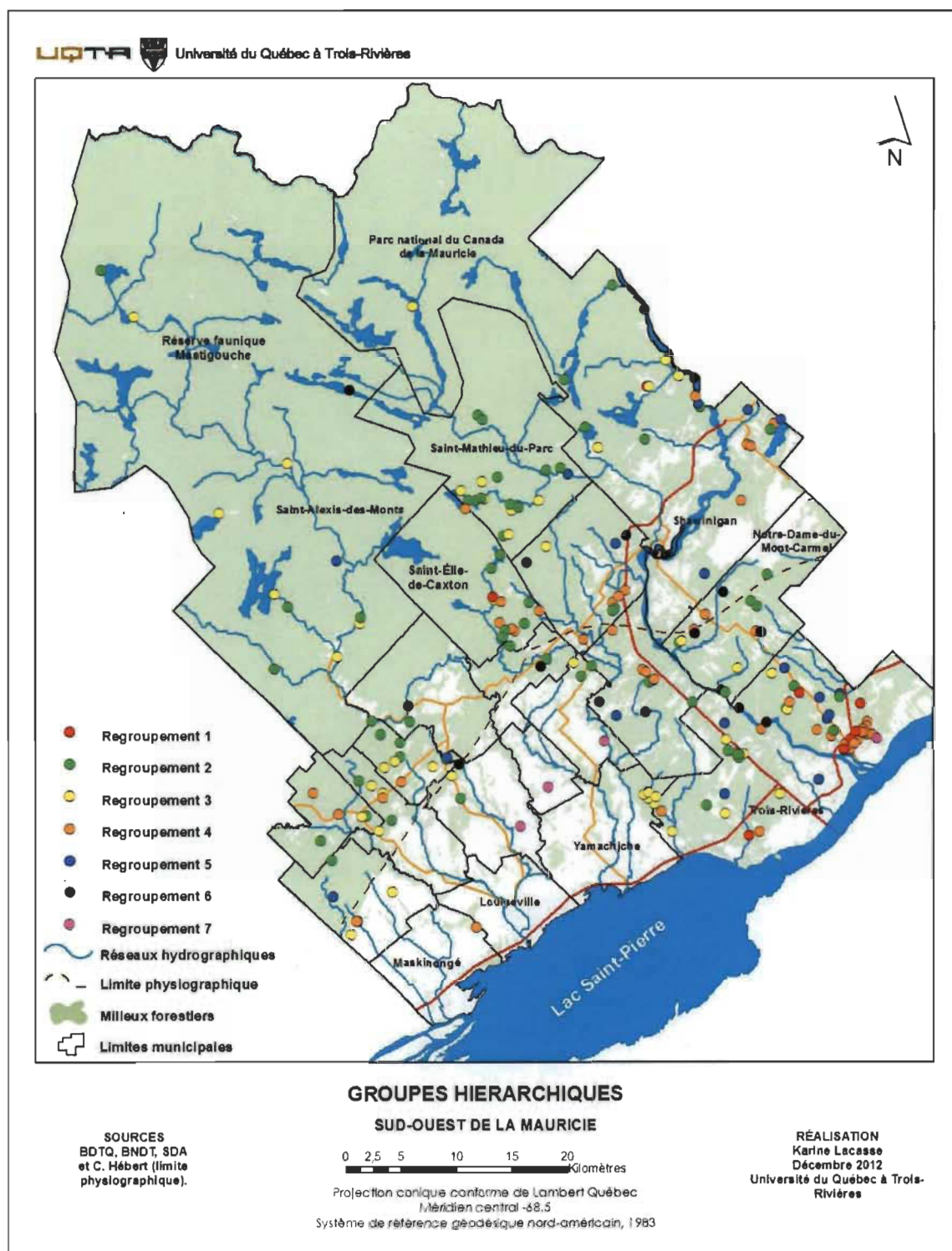


Figure 5.6 Répartition spatiale des sept regroupements d'échantillons au sud-ouest de la Mauricie.

Le regroupement 1 (RG1) est composé du groupe 9 uniquement. Ce dernier renferme principalement des eaux jeunes (moins d'un an), donc des eaux météoriques modernes. Les échantillons de ce regroupement se retrouvent principalement dans les sables (alluvions actuelles) en condition de nappe libre et sont caractérisés par le type d'eau Na-Cl. La géochimie du RG1 est caractérisée par des fortes concentrations en chlorures, en sulfates, en nitrites-nitrates, en manganèse, en sodium, en calcium, en dureté et en matières dissoutes totales. Les puits sont principalement situés dans la ville de Trois-Rivières. Ce regroupement semble donc être en lien avec la problématique des chlorures de source anthropique dans la ville de Trois-Rivières, qui sera discutée plus loin.

Le regroupement 2 (RG2) est composé des groupes 1, 3 et 4. Ce regroupement renferme des eaux peu âgées, soit près de six ans, et peu minéralisées. En effet, seulement de fortes concentrations en manganèse ont été notées. Les échantillons du RG2 sont davantage situés dans les dépôts meubles (alluvions actuelles, sédiments deltaïques et sédiments littoraux) en condition de nappe libre. Ces échantillons sont localisés dans presque toutes les municipalités du territoire à l'étude, mais se concentrent principalement dans la municipalité de Saint-Mathieu-du-Parc ainsi que dans la ville de Trois-Rivières. Ce regroupement semble donc renfermer des eaux souterraines peu évoluées et situées principalement dans des zones de recharge. L'eau souterraine de type Ca-HCO₃ domine dans ces zones.

Le RG3 rassemble le groupe 2 et le groupe 6. Au niveau géochimique et isotopique, le RG3 ressemble au regroupement 2, mais il renferme des eaux souterraines un peu moins jeunes (environ neuf ans) et un peu moins minéralisées. En effet, aucun des paramètres géochimiques ne présente de fortes concentrations. De même que pour le deuxième regroupement, les échantillons du RG3 se retrouvent principalement dans les dépôts meubles en condition de nappe libre et sont caractérisés par le type d'eau Ca-HCO₃. Ces échantillons sont répartis de façon uniforme sur le territoire, mais ils se concentrent surtout dans les villes de Trois-Rivières et de Shawinigan ainsi que dans les municipalités de Saint-Alexis-des-Monts et de Saint-Mathieu-du-Parc. Ce regroupement

semble également renfermer des eaux souterraines peu évoluées et situées principalement dans des zones de recharge.

Le regroupement 4 (RG4) est composé des groupes 10 et 11. Ce regroupement renferme des eaux peu âgées, soit près de trois ans. Les échantillons du RG4 sont davantage situés dans les dépôts meubles (alluvions actuelles, sédiments deltaïques et sédiments littoraux) en condition de nappe libre et sont caractérisés par le type d'eau composé de cations mixtes (Ca-Na)-Cl. La géochimie du RG4 est caractérisée par de fortes concentrations en nitrites-nitrates et en sodium. Les puits sont principalement situés dans les villes de Trois-Rivières et de Shawinigan ainsi que dans la municipalité de Saint-Élie-de-Caxton. Tout comme le regroupement 1, le RG4 semble renfermer des eaux souterraines peu évoluées (eaux de recharge) et semble être affecté par l'infiltration des sels déglaçants dans les nappes libres.

Le RG5 est composé uniquement du groupe 8. Ce dernier renferme principalement des eaux peu âgées (environ trois ans). Les échantillons de ce regroupement se retrouvent principalement dans les dépôts meubles (sédiments deltaïques et sédiments littoraux) en condition de nappe libre et sont caractérisés par le type d'eau composé de cations mixtes (Ca-Na)-HCO₃. La géochimie du RG5 est caractérisée par de fortes concentrations en sulfates, en fer, en manganèse, en sodium, en calcium, en dureté, en bicarbonates et en matières dissoutes totales. Les échantillons sont localisés dans plusieurs municipalités du territoire à l'étude, mais se concentrent principalement dans la ville de Trois-Rivières. Ce regroupement d'échantillons semble mettre en évidence l'évolution d'une eau de recharge.

Le regroupement 6 (RG6) est seulement composé du groupe 7. Ce regroupement renferme des eaux très âgées (plus de 10 000 ans). Les échantillons du RG6 sont davantage situés dans le socle rocheux en condition confinée et sont caractérisés par le type d'eau Na-HCO₃. La géochimie du RG6 est caractérisée par des fortes concentrations en fluorures, en sodium, en phosphore inorganique, en bicarbonates et en matières dissoutes totales. Les échantillons sont localisés dans plusieurs municipalités du

territoire. Ce regroupement renferme donc des eaux souterraines plus âgées, plus minéralisées et plus évoluées.

Le dernier regroupement (RG7) est composé du groupe 5. Ce regroupement semble renfermer des échantillons d'eaux souterraines très évoluées et très minéralisées. On y observe de très fortes concentrations pour plusieurs paramètres, notamment les bromures, les chlorures, les nitrites-nitrates, les fluorures, le fer, le manganèse, le magnésium, le potassium, le sodium, le calcium, le phosphore inorganique, la dureté, les bicarbonates et les matières dissoutes totales. L'eau souterraine est caractérisée par le type d'eau Na-Cl. Ces échantillons se retrouvent autant dans les dépôts meubles (sédiments fins d'eau profonde et sédiments juxtaglaciaires) que dans le socle rocheux (ordovicien / groupe de Trenton) en condition de nappe captive. Ces échantillons sont localisés dans la plaine argileuse (Saint-Léon-le-Grand, Saint-Sévère et Saint-Barnabé) ainsi que dans le paléo-delta de la rivière Saint-Maurice (Trois-Rivières). Le regroupement 7 semble donc renfermer des eaux salées très âgées.

Des diagrammes de dispersion ont été utilisés afin de représenter les principaux ions dissous (calcium, bicarbonates, sodium, chlorures et bromures) dans les échantillons (figures 5.7 à 5.11). Les échantillons sont divisés par couleur selon leur regroupement (tableau 5.6). Ces figures ont servi à l'interprétation du modèle conceptuel de l'origine et de l'évolution des eaux souterraines du sud-ouest de la Mauricie présenté dans la section 6.2.

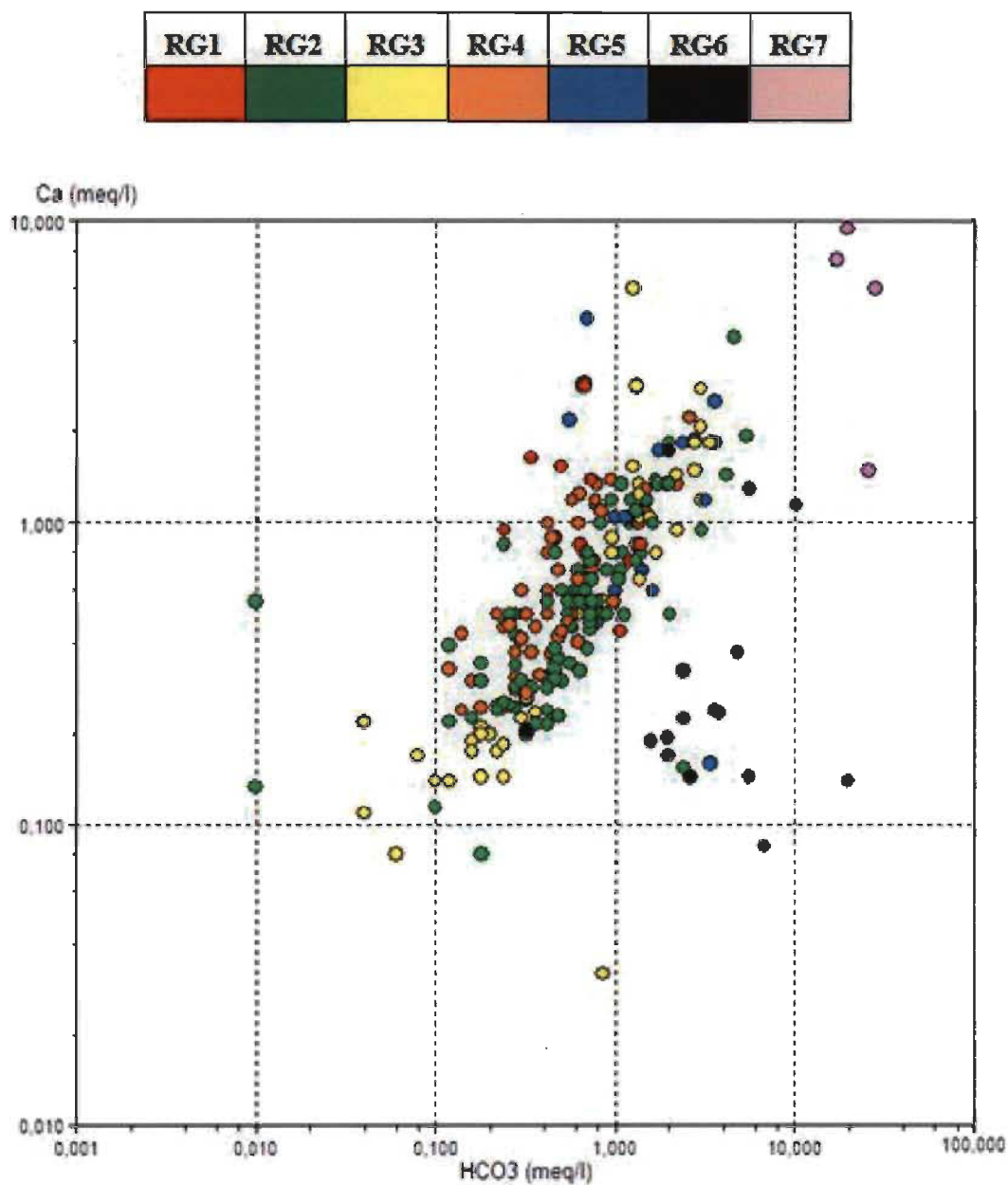


Figure 5.7 Relation entre le calcium et les bicarbonates dissous présents dans les échantillons d'eau souterraine

RG1	RG2	RG3	RG4	RG5	RG6	RG7

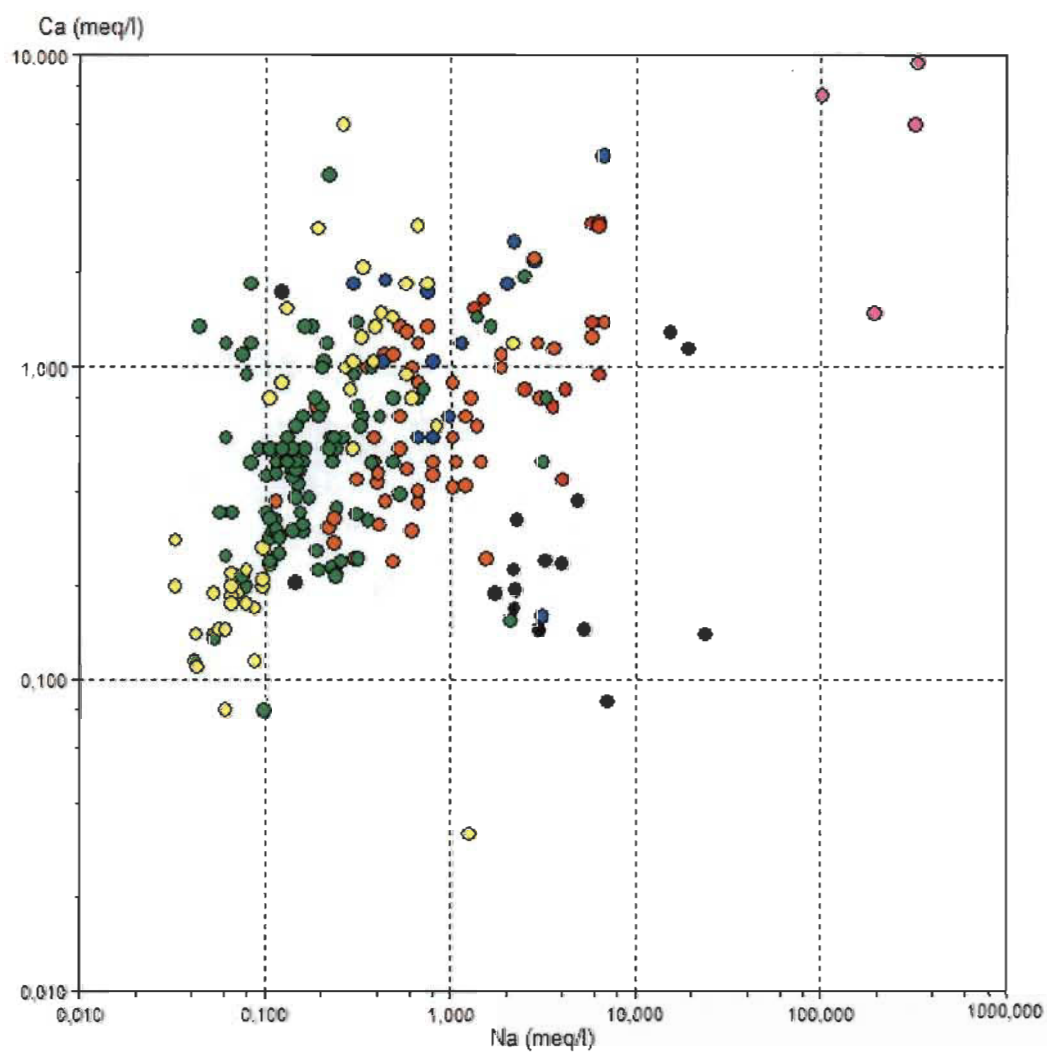


Figure 5.8 Relation entre le calcium et le sodium dissous présents dans les échantillons d'eau souterraine

RG1	RG2	RG3	RG4	RG5	RG6	RG7

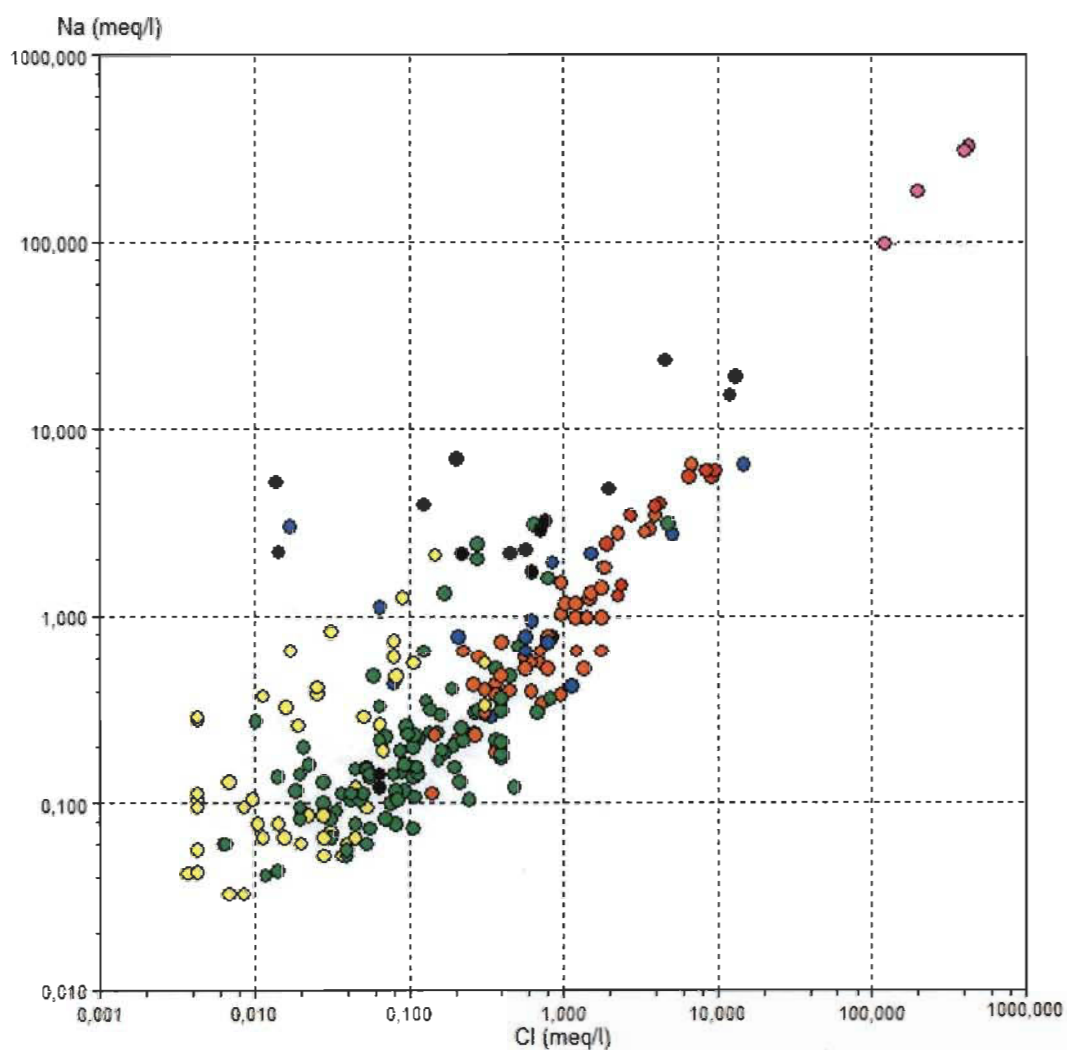


Figure 5.9 Relation entre le sodium et les chlorures dissous présents dans les échantillons d'eau souterraine.

RG1	RG2	RG3	RG4	RG5	RG6	RG7

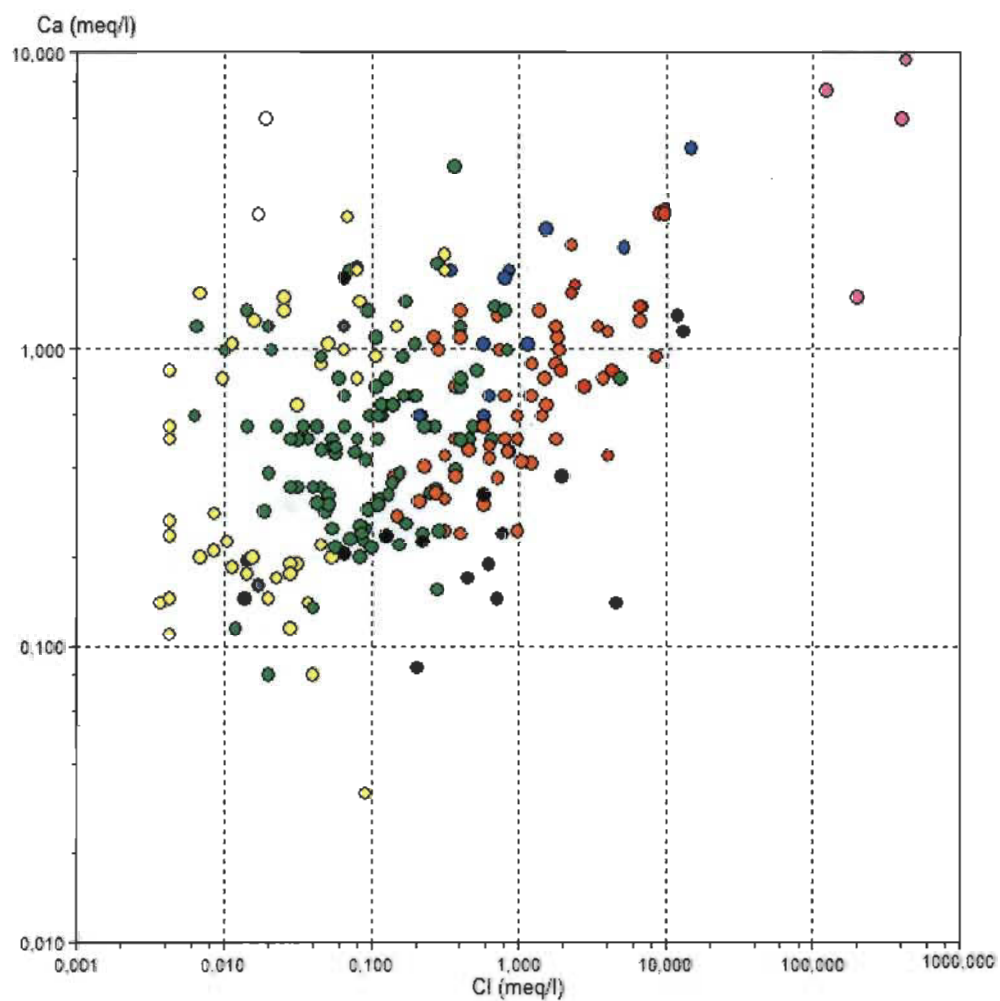


Figure 5.10 Relation entre le calcium et les chlorures dissous présents dans les échantillons d'eau souterraine.

RG1	RG2	RG3	RG4	RG5	RG6	RG7

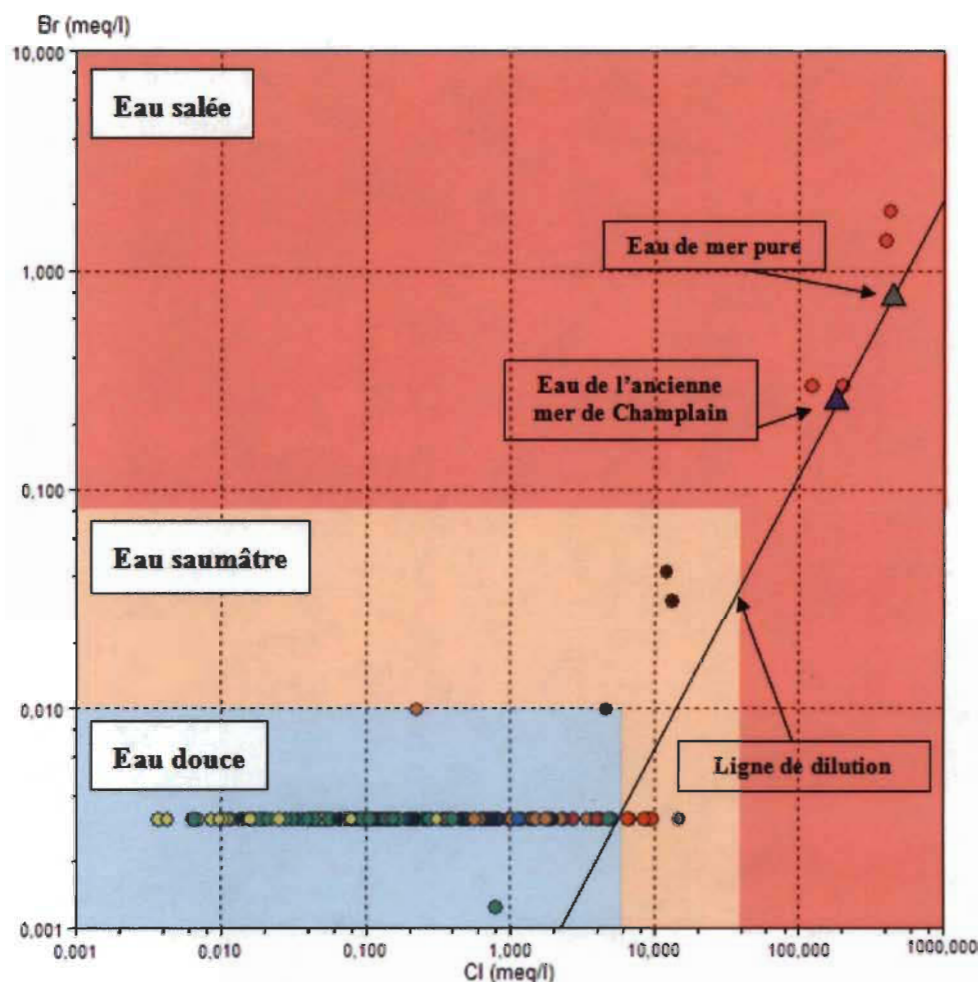


Figure 5.11 Relation entre les chlorures et les bromures dissous présents dans les échantillons d'eau souterraine.

Les concentrations en chlorures et en bromures de l'eau de mer pure (triangle gris) ainsi que de l'eau de l'ancienne mer de Champlain (triangle violet) ont été tirées de l'étude de Hem (1985) et l'étude de Cloutier *et al.* (2010). La ligne de dilution en noir est basée sur les concentrations en chlorures et en bromures de l'eau de mer pure ainsi que de l'eau de l'ancienne mer de Champlain. Les concentrations en chlorures et en bromures de la zone bleue sont associées à une eau douce. Les concentrations pour les mêmes paramètres de la zone rose pâle sont associées à une eau saumâtre. Les concentrations pour les mêmes paramètres de la zone rose foncée sont associées à une eau salée.

5.5 Qualité d'eau par aquifère

Au total, 12 aquifères régionaux ont été identifiés au sud-ouest de la Mauricie (Leblanc *et al.*, 2013). Parmi ceux-ci, trois ont été subdivisés en aquifères locaux, soit l'aquifère de la moraine de Saint-Narcisse, l'aquifère du paléo-delta de la rivière Saint-Maurice et l'aquifère du bouclier. Les aquifères ont également été divisés selon le type de nappe (libre ou confinée). Les tableaux 5.7 et 5.8 présentent les aquifères régionaux tandis que les tableaux 5.9 et 5.10 présentent la médiane des principales variables physico-chimiques et isotopiques. La qualité de l'eau par aquifère sera présentée et discutée plus en détail au chapitre VI.

Tableau 5.7
Description des aquifères granulaires du sud-ouest de la Mauricie

Description de l'aquifère	Division de l'aquifère	Type de nappe	Numéro
Aquifères granulaires			
1. Les fonds de vallées du Bouclier	-	Confinée	1C
		Libre	1L
2. Le paléo-delta de la rivière Maskinongé et les dépôts adjacents	-	Confinée	2C
		Libre	2L
3. Le paléo-delta de la rivière Yamachiche et les dépôts adjacents	-	Confinée	3C
		Libre	3L
4. La moraine de Saint-Narcisse et les dépôts adjacents	A. Notre-Dame-du-Mont-Carmel	Confinée	4AC
		Libre	4AL
	B. Charrette et Saint-Barnabé	Confinée	4BC
		Libre	4BL
	C. Sainte-Angèle-de-Prémont et Saint-Paulin	Confinée	4CC
		Libre	4CL
5. Les dépôts de la faille de Saint-Cuthbert	-	Confinée	5C
6. Les dépôts fluvioglaciaires sous la plaine argileuse	-	Confinée	6C
7. Les dépôts littoraux du lac Lampsilis	-	Libre	7L
8. Le paléo-delta de la rivière Saint-Mauricie	A. Saint-Boniface	Libre	8AL
	B. Shawinigan (Shawinigan-Sud et Lac-à-la-Tortue)	Libre	8BL
	C. Saint-Étienne-des-Grès	Libre	8CL
	D. Notre-Dame-du-Mont-Carmel	Libre	8DL
	E. Secteur Pointe-du-Lac (Trois-Rivières) - Yamachiche	Libre	8EL
	F. Secteurs Trois-Rivières et Trois-Rivières-Ouest	Confinée	8FC
		Libre	8FL
	G. Secteur Saint-Louis-de-France (Trois-Rivières)	Libre	8GL
	H. Secteur Cap-de-la-Madeleine (Trois-Rivières)	Confinée	8HC
		Libre	8HL

Tableau 5.8
Description des aquifères fracturés du sud-ouest de la Mauricie

Description de l'aquifère	Division de l'aquifère	Type de nappe	Numéro
Aquifères fracturés			
9. Bouclier	A. Domaine de Mékinac-Taureau	Confinée	9AC
		Libre	9AL
	B. Terrane de Morin	Confinée	9BC
		Libre	9BL
	C. Suites intrusives	Confinée	9CC
		Libre	9CL
10. Grès	-	Confinée	10C
11. Calcaire	-	Confinée	11C
12. Shale	-	Confinée	12C

Tableau 5.9
Médianes des principales variables géochimiques et isotopiques des aquifères granulaires du sud-ouest de la Mauricie

Aquifère granulaire	Nappe	N	pH Unité	Conductivité $\mu\text{S/cm}$	Br mg/L	Cl mg/L	SO ₄ mg/L	NO ₂ -NO ₃ mg/L	F mg/L	Fe mg/L	Mn mg/L	Mg mg/L	K mg/L	Na mg/L	Ca mg/L	Phosphore mg/L	Dureté mg/L	HCO ₃ mg/L	MDT mg/L	Tritium Année	C ¹⁴ Année	Type d'eau
1C	Confinée	5	6,5	157	0,3	4,0	14,0	0,20	0,10	0,700	0,110	4,3	1,3	5,2	10	0,015	48	51	99	13,9	-	Ca-HCO ₃
1L	Libre	12	6,2	93	0,3	3,3	7,3	0,05	0,05	0,235	0,013	1,8	0,745	3,6	9,35	0,015	30	41	75	8,7	-	Ca-HCO ₃
2C	Confinée	6	7,4	194	0,3	8,6	17,5	0,10	0,20	0,028	0,013	5,7	1,8	8,3	20,5	0,015	74	82	154	7,9	-	Ca-HCO ₃
2L	Libre	10	6,5	110	0,3	2,8	9,7	0,55	0,05	0,015	0,003	1,9	1,15	8,8	7,6	0,015	27	36	92	5,8	-	Cations mixtes (Ca-Na)-HCO ₃
3C	Confinée	1	6,7	185	0,3	29,0	23,0	1,00	0,05	0,750	0,005	2,4	1,3	18,0	9,1	0,015	33	15	105	-	-	Na-Cl
3L	Libre	10	6,3	93	0,3	7,2	7,8	0,20	0,05	0,052	0,018	1,6	0,83	4,7	6,1	0,015	20	18	57	5,7	-	Ca-HCO ₃
4AC	Confinée	3	7,6	128	0,3	4,4	7,9	0,10	0,10	0,050	0,014	3,5	2,2	3,2	11	0,015	42	45	86	7,7	-	Ca-HCO ₃
4AL	Libre	2	7,0	73	0,3	1,5	7,8	0,10	0,05	0,015	0,002	2,4	1,1	2,6	6,1	0,015	25	28	58	-	-	Ca-HCO ₃
4BC	Confinée	1	8,1	210	3,4	420,0	26,0	0,30	1,60	0,050	0,072	18,0	19	350,0	26	0,200	139	341	1209	-	-	Na-Cl
4BL	Libre	5	6,4	87	0,3	1,6	10,0	0,20	0,05	0,015	0,008	1,7	1,5	2,6	9,2	0,015	32	26	68	Moins de 1 an	-	Ca-HCO ₃
4CC	Confinée	3	7,5	127	0,3	2,5	13,0	0,30	0,20	0,015	0,001	3,5	1,3	5,2	10	0,015	39	41	93	9,8	-	Ca-HCO ₃
4CL	Libre	3	6,7	33	0,3	0,3	4,7	0,20	0,05	0,015	0,002	0,4	0,48	1,3	4,3	0,015	16	17	32	3,6	-	Ca-HCO ₃
5C	Confinée	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6C	Confinée	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7L	Libre	2	6,8	398	0,3	64,5	22,5	6,70	0,05	0,057	0,010	4,4	12	42,0	21	0,015	71	44	215	Moins de 1 an	-	Na-Cl
8AL	Libre	5	6,1	113	0,3	11,0	11,0	0,99	0,05	0,015	0,005	1,5	2,4	9,2	6,3	0,015	23	16	66	6,0	-	Na-Anions mixtes (Cl-HCO ₃)
8BL	Libre	7	6,5	184	0,3	22,0	12,0	0,30	0,05	0,230	0,100	2,4	1,6	17,0	10	0,015	30	35	112	3,3	-	Na-Cl
8CL	Libre	8	6,6	185	0,3	28,0	12,5	1,55	0,05	0,015	0,003	3,0	1,85	11,5	10	0,015	36	21	103	3,5	-	Cations mixtes (Ca-Na)-Cl
8DL	Libre	6	6,8	98	0,3	11,8	10,0	2,15	0,05	0,015	0,004	1,2	1,55	6,3	5,7	0,015	18	12	51	2,5	-	Cations mixtes (Ca-Na)-Cl
8EL	Libre	12	6,5	47	0,3	1,3	9,3	0,20	0,05	0,015	0,014	1,4	1,1	3,6	8,15	0,015	28	23	62	Moins de 1 an	-	Ca-HCO ₃
8FC	Confinée	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8FL	Libre	17	6,5	354	0,3	1,8	6,7	0,18	0,05	0,050	0,210	1,8	0,75	2,6	6	0,015	22	26	56	7,0	-	Ca-HCO ₃
8GL	Libre	15	7,2	181	0,3	7,6	10,0	0,60	0,05	0,050	0,010	3,4	1,5	4,4	12	0,015	48	43	100	5,6	-	Ca-HCO ₃
8HC	Confinée	1	7,4	1438	24,0	4300,0	10,0	2,00	0,60	3,100	0,190	240,0	71	2300,0	150	0,030	1363	1048	8129	-	-	Na-Cl
8HL	Libre	29	6,5	370	0,3	79,0	22,0	1,20	0,05	0,110	0,059	4,9	1,7	31,0	19	0,015	68	41	212	Moins de 1 an	-	Na-Cl

Tableau 5.10

Médianes des principales variables géochimiques et isotopiques des aquifères fracturés du sud-ouest de la Mauricie

Aquifère fracturé	Nappe	N	pH Unité	Conductivité (µS/cm)	Br mg/L	Cl mg/L	SO ₄ mg/L	NO ₂ -NO ₃ mg/L	F mg/L	Fe mg/L	Mn mg/L	Mg mg/L	K mg/L	Na mg/L	Ca mg/L	Phosphore mg/L	Dureté mg/L	HCO ₃ mg/L	MDT mg/L	Tritium Atomes	C ¹⁴ Atomes	Type d'eau
9AC	Confinée	5	-	147	0,3	3,5	11,0	0,05	0,10	0,015	0,006	2,2	1,1	7,3	13	0,015	42	63	109	5,0	-	Ca-HCO ₃
9AL	Libre	8	6,8	133	0,3	2,1	10,8	0,12	0,05	0,015	0,011	2,0	0,585	3,0	10,5	0,015	34	67	109	4,2	-	Ca-HCO ₃
9BC	Confinée	11	7,9	315	0,3	9,8	15,0	0,05	0,90	0,081	0,027	2,4	2,9	51,0	10	0,040	36	122	249	-	-	Ca-HCO ₃
9BL	Libre	18	7,4	198	0,3	1,5	15,5	0,05	0,20	0,015	0,004	4,0	0,885	6,2	26	0,015	81	83	157	12,8	-	Ca-HCO ₃
9CC	Confinée	1	-	168	0,3	0,2	18,0	0,05	0,20	0,061	0,240	6,5	1,9	6,5	17	0,140	69	80	138	-	-	Ca-HCO ₃
9CL	Libre	8	7,0	202	0,3	4,0	13,0	0,09	0,20	0,015	0,003	4,2	0,905	4,9	22	0,015	76	110	166	7,7	-	Ca-HCO ₃
10C	Confinée	1	-	285	0,3	16,0	15,0	0,05	2,30	0,160	0,008	0,7	1,4	50,0	3,4	0,150	12	121	212	-	-	Na-HCO ₃
11C	Confinée	7	8,2	683	0,3	69,0	1,2	0,05	1,30	0,110	0,006	10,0	7,1	160,0	7,5	0,200	48	414	602	-	16169	Na-HCO ₃
12C	Confinée	1	7,7	2340	2,5	460,0	0,3	0,05	0,40	0,550	0,570	16,0	6,5	440,0	23	0,015	123	622	1572	-	30386	Na-Anions mixtes (Cl-HCO ₃)

5.6 Les chlorures

La figure 5.12 présente le ratio Cl/Br qui a été utilisé pour les 223 échantillons sous forme de diagramme de dispersion. Ces résultats ont ensuite été interprétés et présentés sous forme de carte (figure 5.13).

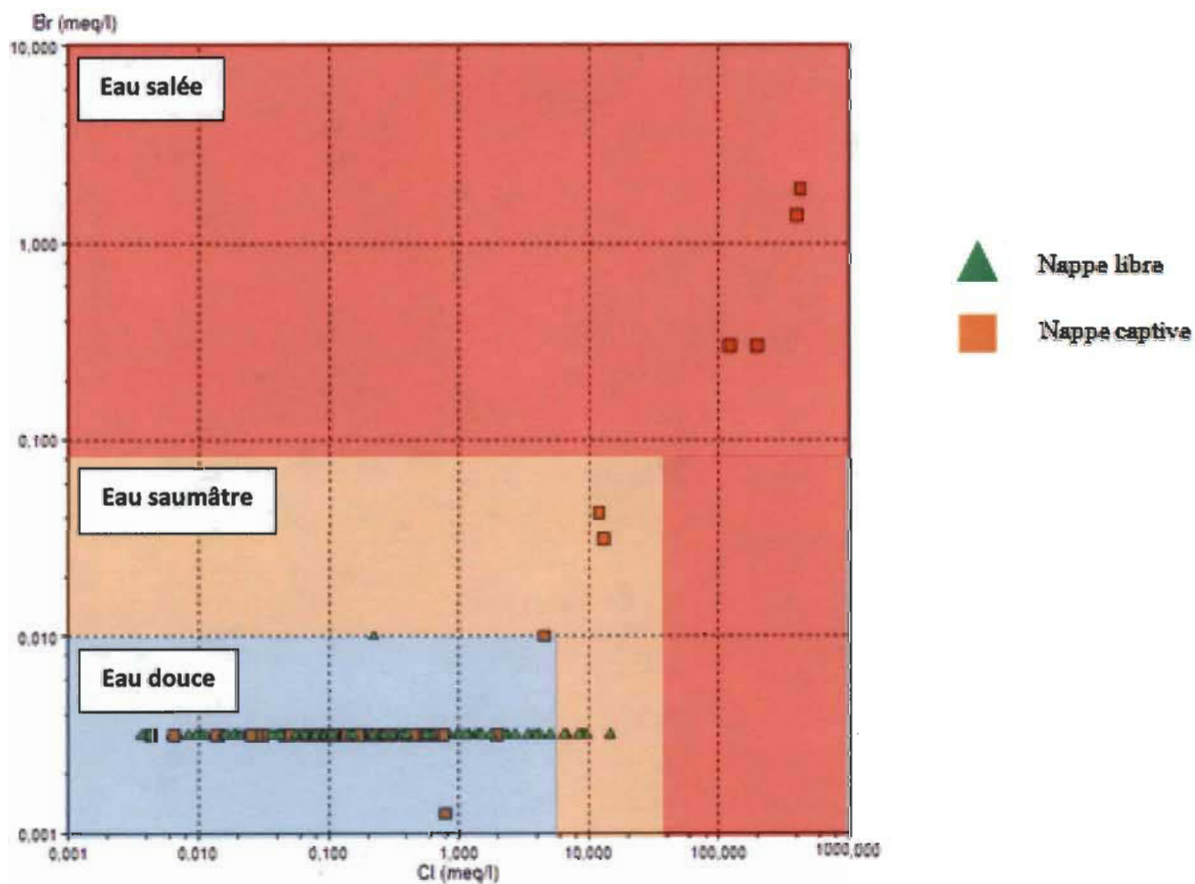


Figure 5.12 Ratio Cl/Br sous forme de diagramme de dispersion.

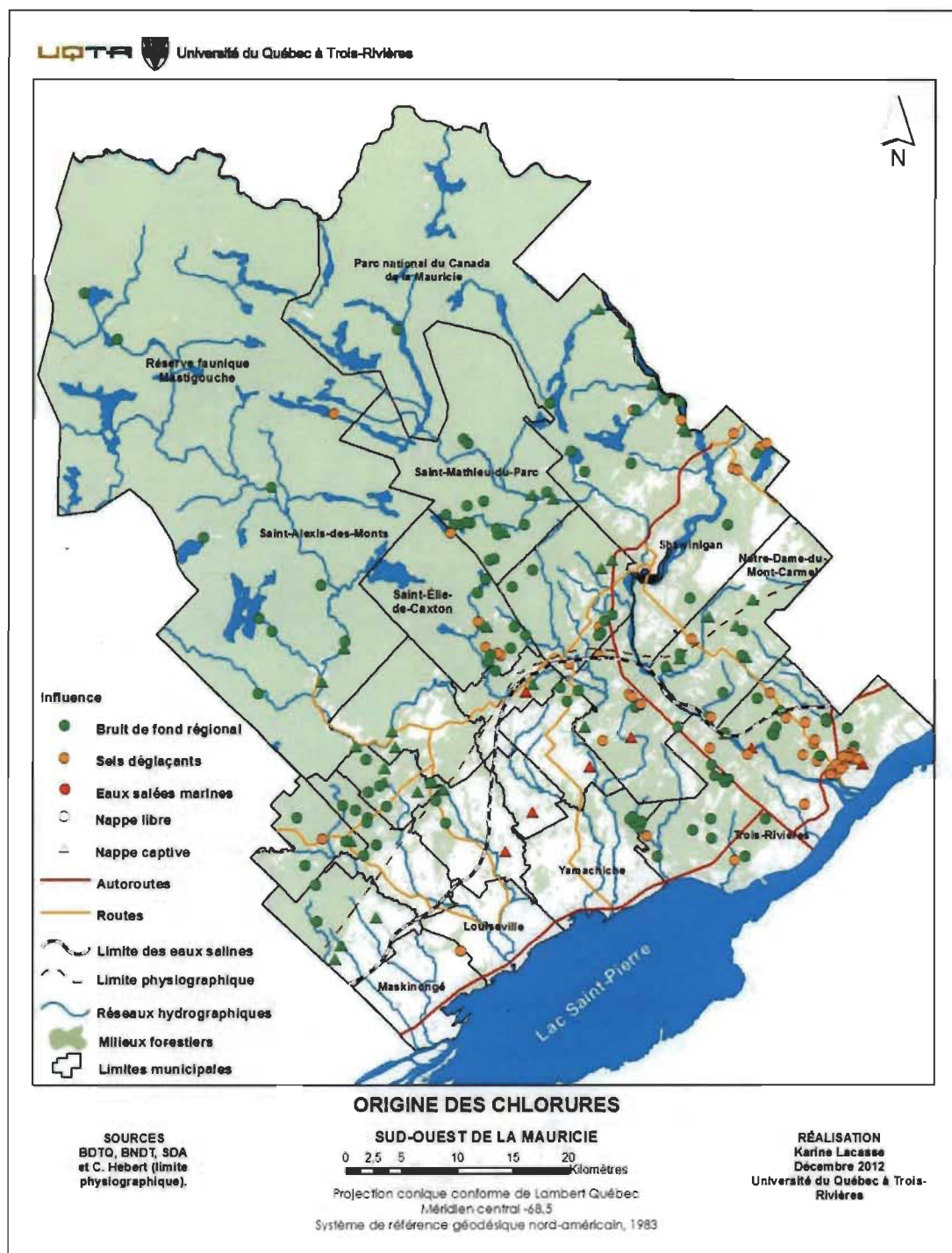


Figure 5.13 Origine des chlorures dans les eaux souterraines au sud-ouest de la Mauricie.

Les échantillons d'eau souterraine d'origine marine sont représentés en rouge. Les échantillons d'eau pouvant être contaminée par les chlorures provenant des activités anthropiques (p. ex. les sels déglçants) sont représentés en orange. La couleur verte représente les échantillons possédant des faibles concentrations en chlorures.

Les concentrations élevées en chlorures sont une des problématiques connues du territoire à l'étude. Celles-ci peuvent être d'origine anthropique ou naturelle. Les causes anthropiques peuvent être reliées à l'infiltration des sels déglacants, des déversements d'égouts, etc. Des concentrations élevées en chlorures peuvent également se retrouver dans les sédiments fins marins mis en place, par exemple, par l'ancienne mer de Champlain. Ces types de chlorures, nommés chlorures profonds, sont généralement en lien avec la présence de bromure. Le ratio Cl/Br est utilisé comme traceur afin d'identifier l'origine de l'eau souterraine salée (Richter *et al.*, 1993; Vengosh *et al.* 2002; Cloutier *et al.*, 2010). Un rapport qui présente une tendance linéaire, c'est-à-dire qui suit la ligne de dilution de l'eau de mer, indique que l'eau souterraine serait d'origine marine, alors que dans les cas de contamination anthropique, le rapport ne présente pas de tendance nette. Sur les 223 échantillons, seulement sept échantillons présentent une relation linéaire, tandis que tous les autres échantillons ont des concentrations plus élevées en chlorures qu'en bromures. Ces sept échantillons d'eau souterraine sembleraient donc d'origine marine. Ces derniers sont situés dans la plaine argileuse (UQTR 217, 218, 225, 220 et 134) et dans le paléo-delta de la rivière Saint-Maurice (UQTR 32 et 216) en condition confinée (figure 5.13). La figure 5.11, présentant le ratio Cl/Br, démontre que deux échantillons (UQTR 217 et 218) se distinguent des autres au niveau des concentrations en bromures. Si l'on compare ces concentrations à la ligne de dilution de l'eau de mer, un enrichissement en bromures est identifié pour ces deux échantillons. En effet, les échantillons UQTR 217 et UQTR 218 possèdent des concentrations en bromures supérieures (150 mg/L et 110 mg/L respectivement) à l'eau de l'ancienne mer de Champlain (23 mg/L) et l'eau de mer (67 mg/L) ainsi qu'un ratio Cl/Br inférieur à celui de l'eau de l'ancienne mer de Champlain et l'eau de mer. Ces résultats sont comparables à l'étude de McNutt *et al.* (1987), qui présente des échantillons d'eau résultant d'un mélange d'une eau provenant des formations du Cambrien et de Trenton, montrant également un enrichissement en bromures par rapport aux concentrations en chlorures. Il existe donc deux sources possibles qui peuvent expliquer la présence des chlorures profonds dans les eaux souterraines au sud-ouest de la Mauricie, soit l'invasion de l'ancienne mer de Champlain et le mélange d'une eau provenant de formations géologiques plus anciennes.

Les autres échantillons présentent des concentrations beaucoup plus importantes en chlorures qu'en bromure. De ceux-ci, 57 présentent des concentrations élevées, soit plus de 15 mg/L. Ces fortes concentrations peuvent être reliées à l'épandage des sels déglacants sur les routes en période hivernale. Ce phénomène est observable pour plusieurs puits installés dans des nappes libres à proximité des réseaux routiers, notamment au sud de l'autoroute 40 dans le secteur du Cap-de-la-Madeleine à Trois-Rivières. Des concentrations variant de 15 mg/L à 520 mg/L ont été observées pour les puits dans ce secteur. Cette problématique de chlorures à Trois-Rivières est connue et étudiée depuis des années. L'étude de Gélinas et Locat (1988) et Delisle (1999) en sont deux bons exemples. Les puits possédant des concentrations inférieures à 15 mg/L, quant à eux, semblent être influencés par des causes naturelles, notamment le type de matériel géologique en place.

En somme, les nappes captives situées sous la limite de l'eau saline semblent être caractérisées par des eaux chlorurées reliées possiblement à l'épisode de l'ancienne mer de Champlain ou encore, résultant du mélange avec une eau de formation plus ancienne, alors que les nappes captives situées au nord de cette limite saline sont davantage caractérisées par des eaux contenant de faibles concentrations en chlorures provenant de sources naturelles (figure 5.13). Il est à noter que la limite de l'eau saline a été modifiée à partir des travaux de Leblanc *et al.* (2013). En ce qui concerne les nappes libres à proximité des réseaux routiers, ces dernières renferment des eaux contenant de fortes concentrations en chlorures en raison de l'infiltration des sels déglacants utilisés sur les routes.

5.7 Le fer et le manganèse

Mis à part les bactéries, les plus grands nombres de dépassements ont été identifiés pour le fer (49) et le manganèse (82). Ces dépassements ont surtout été observés dans la ville de Trois-Rivières, soit 43 % des dépassements totaux pour le fer et 45 % pour le manganèse (tableau 5.11). La figure 5.14 présente la répartition spatiale des dépassements pour les deux paramètres dans la ville de Trois-Rivières.

Tableau 5.11
Nombre de dépassements en fer et en manganèse par municipalité

Municipalités	Nombre de dépassements en fer	Nombre de dépassements en manganèse
Saint-Alexis-des-Monts	5	7
Shawinigan	7	11
Trois-Rivières	21	37
Saint-Mathieu-du-Parc	0	2
Notre-Dame-du-Mont-Carmel	0	4
Saint-Élie-de-Caxton	2	5
Saint-Boniface	2	5
Yamachiche	1	0
Saint-Étienne-des-Grès	3	2
Saint-Justin	2	3
Saint-Léon-le-Grand	2	2
Sainte-Ursule	0	1
Saint-Barnabé	3	1
Charette	0	1
Saint-Sévère	1	1
Total	49	82

Les recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada pour le fer et le manganèse sont d'ordre esthétique (OE), soit de $\leq 0,3$ mg/L et de $\leq 0,05$ mg/L respectivement (Santé Canada, 2012). Ce sont des causes naturelles qui expliquent des concentrations élevées en fer et en manganèse dans l'eau souterraine. Ces métaux sont souvent présents à l'état naturel en raison de l'altération météorique des roches et des minéraux comme les amphiboles, les micas ferromagnésiens, les sulfures de fer, les magnétites, les oxydes, les carbonates ainsi que les minéraux d'argile ferrugineuse (MDDEFP, 2012). Il est suggéré qu'une trop grande concentration de manganèse dans l'eau souterraine peut entraîner des problèmes au niveau des habiletés intellectuelles chez les enfants. Par exemple, un enfant exposé à des concentrations de plus de 0,14 mg/L quotidiennement peut subir une baisse du QI de 5 % (Bouchard *et al.*, 2011). De fortes concentrations en fer et en manganèse sont les problématiques les plus communes pour la plupart des régions étudiées au Canada, dont le bassin versant de la

rivière Châteauguay (Côté *et al.*, 2006), la région des Maritimes (Rivard *et al.*, 2005, 2008), la région des Basses-Laurentides (Cloutier, 2004), le bassin versant de la rivière Châteauguay (Blanchette *et al.*, 2010), la région du Saguenay-Lac-Saint-Jean (Walter, 2010).

Au sud-ouest de la Mauricie, les dépassements en fer et en manganèse représentent la deuxième plus importante problématique au niveau de la qualité de l'eau, et la plus importante dans le cas de Trois-Rivières. Il est difficile d'identifier les facteurs qui causent ces dépassements. Une hypothèse peut toutefois être avancée. Cette hypothèse est basée sur la proximité des milieux humides. La matière organique peut diminuer les teneurs en oxygène ainsi qu'en nitrates et ainsi influencer la solubilisation du fer et du manganèse en agissant comme un donneur d'électron (AitLasri, 1997). La matière organique est consommée par les bactéries hétérotrophes présentes dans les aquifères, ce qui entraîne une baisse du pH et du eh permettant ainsi la réduction chimique du fer et du manganèse (Di Ruggiero et Gounot, 1990). La réduction des oxydes de fer et de manganèse en Fe^{2+} et en Mn^{2+} (sous forme dissoute) contribue à l'augmentation des concentrations de ces métaux dans l'eau souterraine. La figure 5.14 illustre la répartition des milieux humides à Trois-Rivières et les concentrations élevées en fer et en manganèse à proximité. Cette problématique est traitée de manière plus détaillée par Leblanc *et al.* (2013).

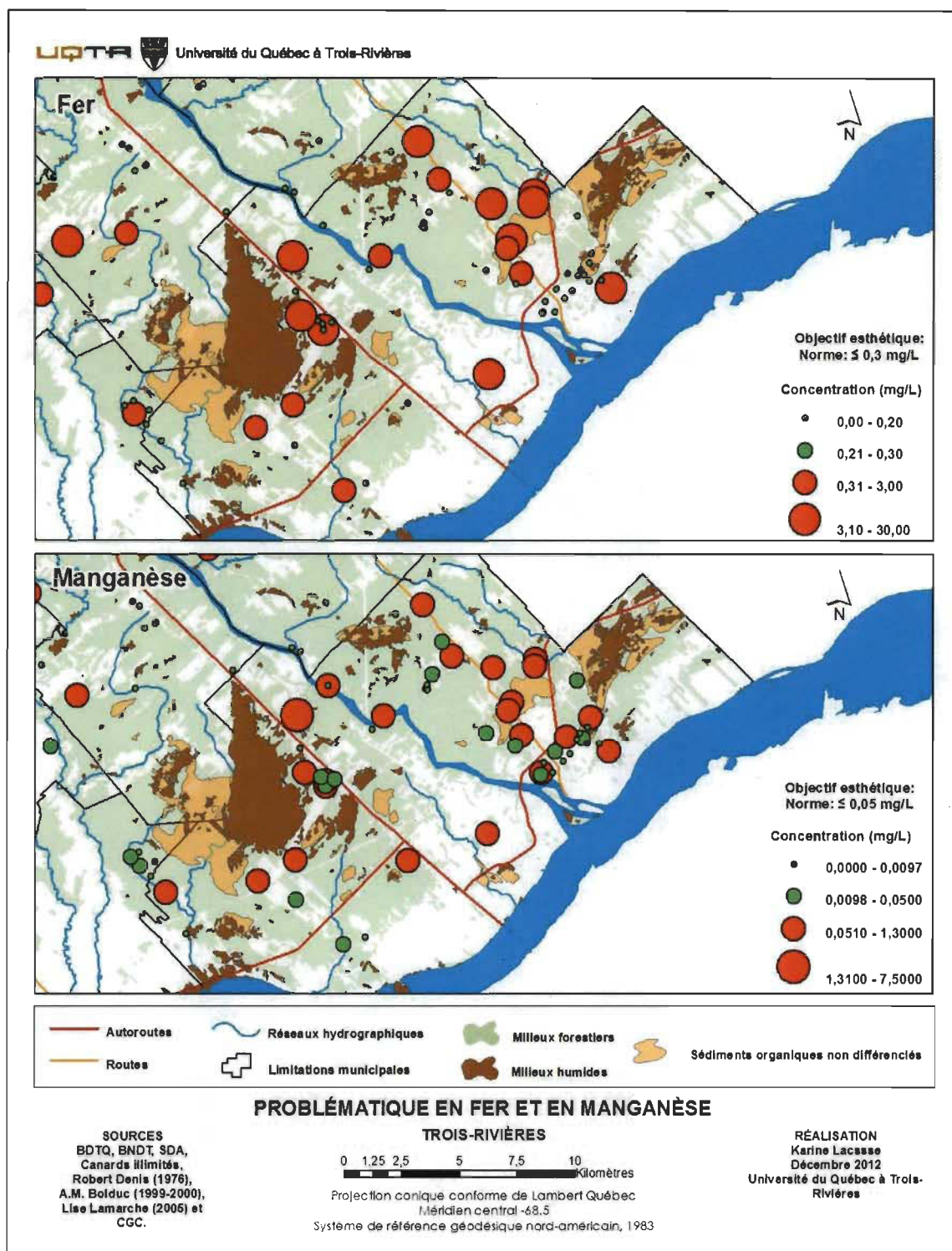


Figure 5.14 Dépassements des normes d'objectifs esthétiques pour le fer et le manganèse dans la ville de Trois-Rivières.

5.8 Les nitrites-nitrates

La concentration maximale acceptable (CMA) pour les nitrites et les nitrates est de 10 mg/L (Santé Canada, 2012). Les nitrites et les nitrates sont des ions naturels présents partout dans l'environnement. Ces derniers proviennent de l'oxydation de l'azote par les microorganismes dans les plantes, le sol ou l'eau et, dans une moindre mesure, par les décharges électriques comme la foudre (Santé Canada, 2012). Les sources de nitrites et de nitrates peuvent également être anthropiques. Les principales sources sont les fertilisants agricoles organiques et chimiques, les rejets sanitaires ainsi que la décomposition d'organismes végétaux et animaux. Ils sont entraînés vers les nappes d'eau souterraine par l'infiltration de la pluie ou la fonte des neiges (MDDEFP, 2012). Dans cette étude, seulement un dépassement a été identifié dans un puits installé dans un aquifère fracturé en condition confinée. Cette nappe renferme des eaux très minéralisées et évoluées.

Au Québec, les teneurs en nitrites-nitrates dans les eaux souterraines sous 0,05 mg/L sont généralement considérées comme naturelles (Paradis *et al.*, 1991; Roy *et al.*, 2004), alors que des teneurs égales ou supérieures à 3 mg/L-N sont attribuées à une influence indéniable des activités humaines se déroulant en surface (Madison et Brunett, 1985; Chartrand *et al.*, 1999; Roy *et al.*, 2004). Dans la présente étude, 19 puits possèdent des concentrations supérieures à 3 mg/L, soit 18 puits installés en condition de nappe libre et un en condition de nappe captive. Les teneurs varient entre 3 mg/L et 10 mg/L pour les 18 puits installés en condition de nappe libre, alors que le puits installé en condition de nappe captive possède une concentration de 24 mg/L. La figure 5.17 démontre que les puits possédant des concentrations plus élevées que 3 mg/L sont surtout situés à l'est du territoire, soit dans les villes de Trois-Rivières et Shawinigan ainsi que dans les municipalités de Saint-Étienne-des-Grès, Saint-Boniface et Notre-Dame-du-Mont-Carmel. La majorité de ces puits sont installés dans des nappes libres et, par conséquent, sont sujets à une contamination de surface. La majorité de ces puits sont situés à l'extérieur des centres urbains et pourraient être influencés par la présence d'activités agricoles et des fosses septiques. Ces deux sources peuvent expliquer les fortes concentrations en nitrites-nitrates (Roy *et al.*, 2004).

Des analyses supplémentaires ont été réalisées afin de confirmer les sources possibles de contaminations. Les échantillons possédant des concentrations en nitrites-nitrates de > 3 mg/L ont été comptabilisés en fonction des types d'activités potentiellement polluantes à proximité, du type de puits, du type du matériel géologique et du type de nappe.

Les activités potentiellement polluantes ont été divisées en six grandes catégories, soit les résidences et les sites de villégiature, les cultures et les bâtiments de fermes, les activités commerciales et industrielles, les plans d'eau, les sources de contaminations locales (élevage d'animaux, animaux domestiques, etc.) et la hauteur de la margelle (< 30 cm). Un échantillon pouvait être associé à plus qu'une catégorie. La figure 5.15 a présente le pourcentage d'échantillons possédant des concentrations en nitrites-nitrates supérieures à 3 mg/L selon le type d'activités potentiellement polluantes. Les cultures et les bâtiments de fermes représentent la catégorie possédant le plus grand pourcentage (18 %) d'échantillons ayant des concentrations en nitrites-nitrates supérieures à 3 mg/L. Cette même figure démontre que la majorité des ouvrages de captage possédant des concentrations en nitrites-nitrates de > 3 mg/L sont des puits-citernes situés dans les dépôts meubles en condition de nappe libre (figure 5.15). Ces puits sont donc vulnérables aux sources de contaminations de surface provenant du milieu agricole.

De plus, les échantillons possédant des concentrations en nitrites-nitrates (> 3 mg/L) ont été comptabilisés en fonction du nombre d'activités potentiellement polluantes identifiées par échantillon. La figure 5.16 démontre que plus les activités à proximité d'un puits sont nombreuses, plus ce dernier risque de posséder de fortes concentrations en nitrites-nitrates.

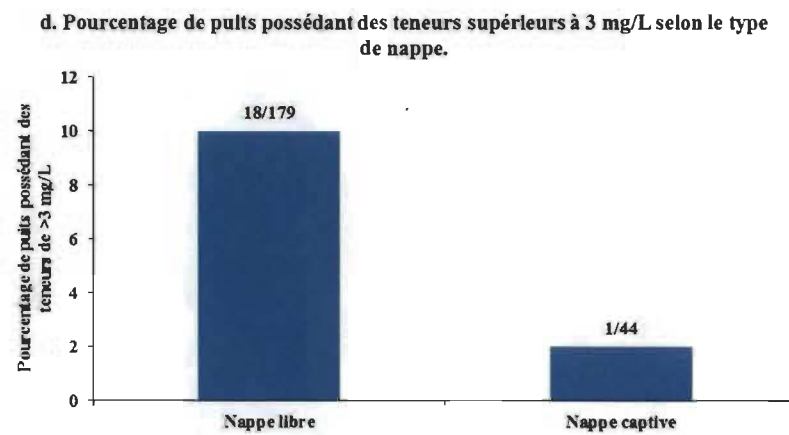
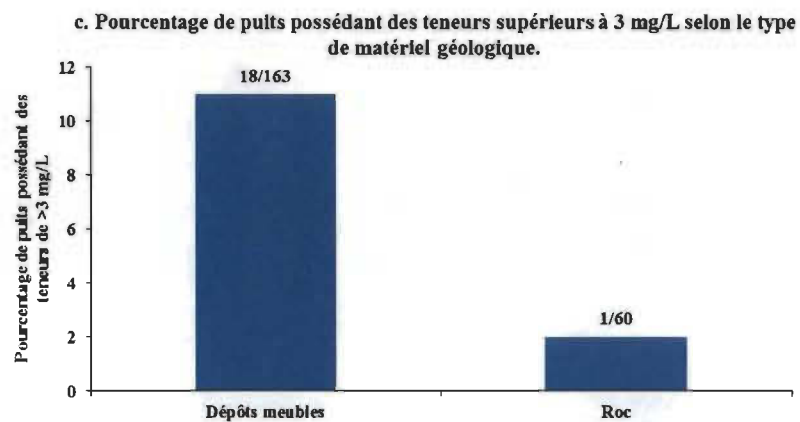
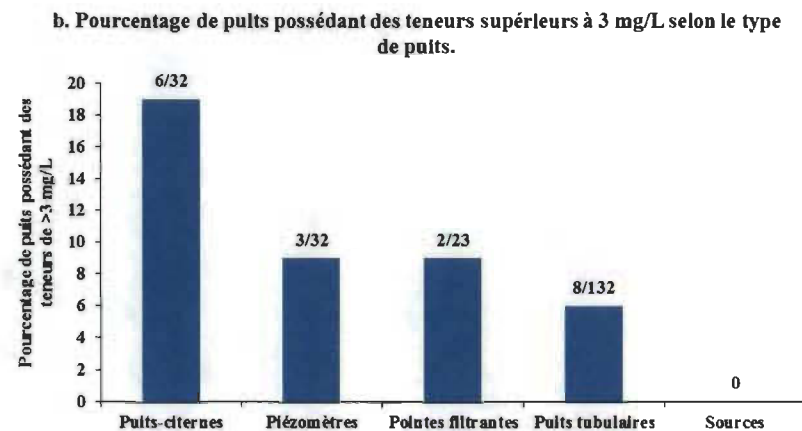
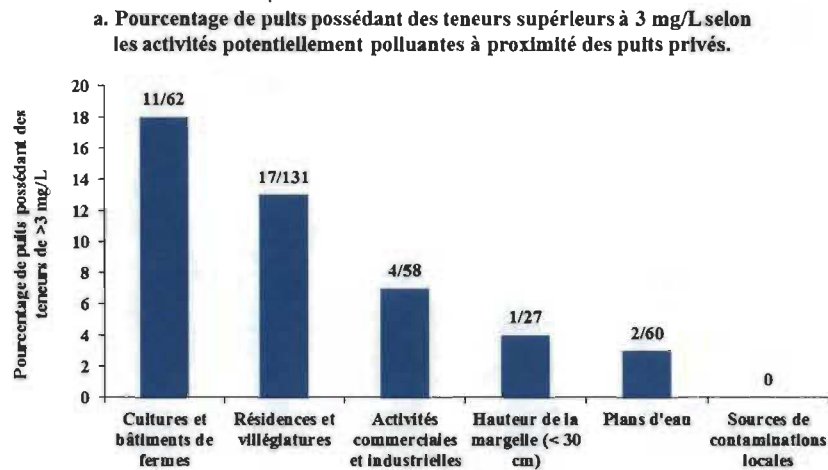


Figure 5.15 Pourcentage d'échantillons possédant des concentrations en nitrites-nitrates supérieures à 3 mg/L.

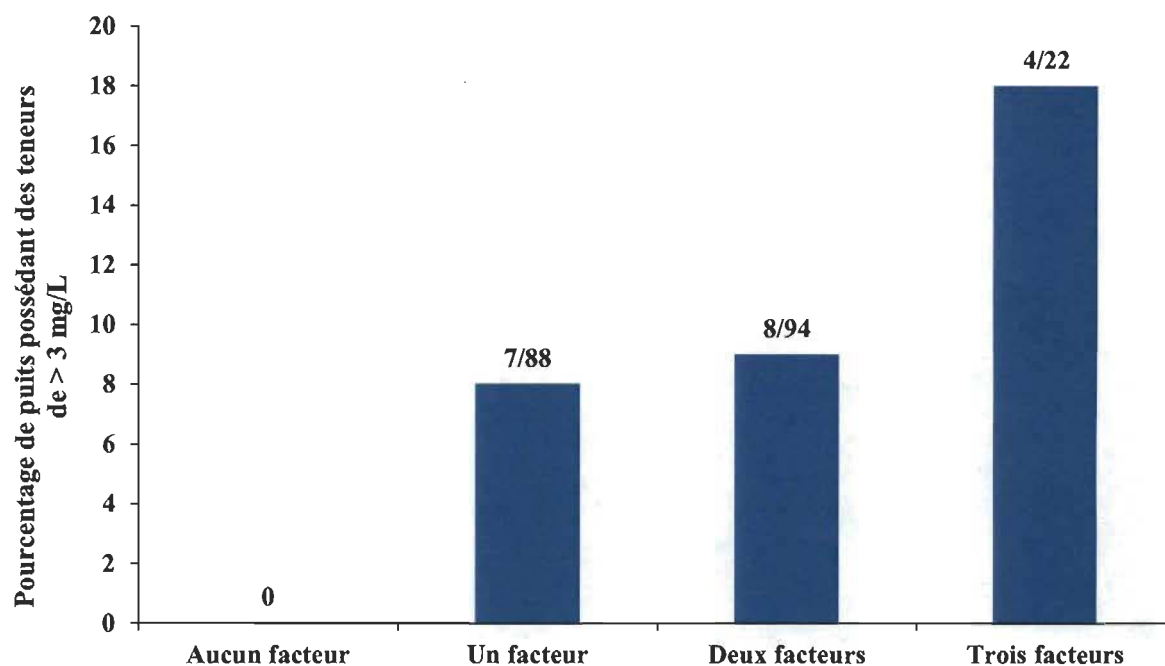


Figure 5.16 Pourcentage d'échantillons possédant des concentrations en nitrites-nitrates supérieures à 3 mg/L selon le nombre de facteurs (nombre d'activités potentiellement polluantes) identifiés par échantillons.

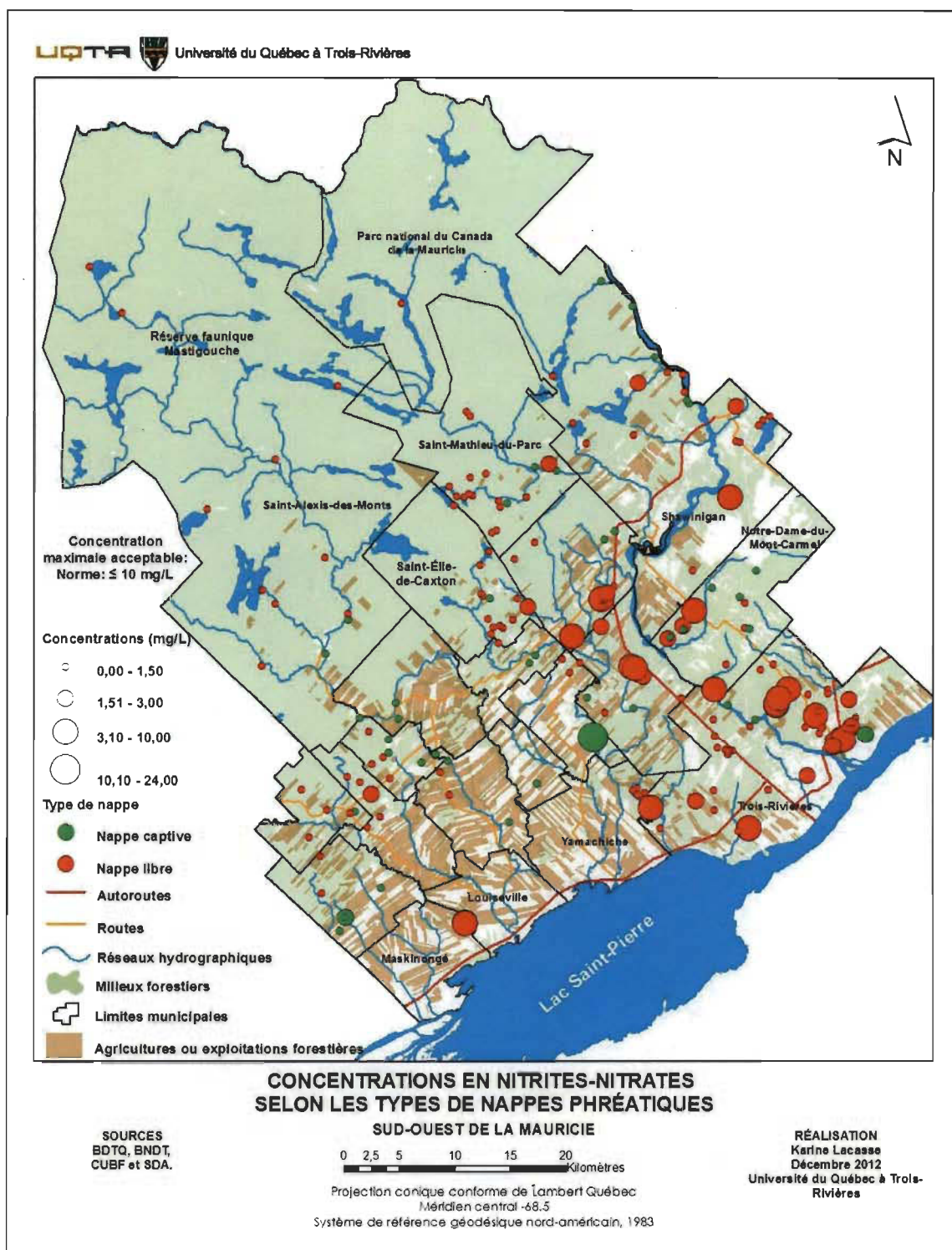


Figure 5.17 Concentrations en nitrites-nitrates dans les eaux souterraines au sud-ouest de la Mauricie selon les types de nappes phréatiques.

Une problématique particulière au niveau des nitrites-nitrates avait été soulevée par la ville de Trois-Rivières dans le secteur de Saint-Louis-de-France. Sept puits municipaux (puits de production et piézomètres) se trouvent dans ce secteur (figure 5.18). Sur les sept puits, cinq présentent des concentrations en nitrites-nitrates supérieures à 2 mg/L. Ces fortes concentrations peuvent provenir de sources anthropiques, soit les champs agricoles et/ou les fosses septiques des résidences situées à proximité des puits. Des analyses supplémentaires (analyses des isotopes d'azote 15 et du tritium) ont donc été réalisées pour quelques puits afin d'évaluer quelle est la source des nitrites-nitrates (tableau 5.12). La figure des concentrations en ^{15}N dans les matières naturelles (Létolle, 1980; Amberger et Schmidt, 1987; Böttcher *et al.*, 1990; Clark et Fritz, 1997) a été utilisée comme outil pour retracer la source potentielle d'azote (figure 4.1). Les résultats des isotopes de l'azote 15 ont démontré que les nitrites-nitrates proviennent principalement de l'azote organique, du N_2 , du NH_3 , du NO_3 et des fertilisants synthétiques dans les sols. Les nitrites-nitrates identifiés dans les eaux souterraines proviendraient donc davantage des champs en culture que des fosses septiques des résidences à proximité. De plus, la figure 5.18 démontre que l'écoulement de l'eau souterraine se fait des champs vers les puits. Ensuite, les résultats des isotopes du tritium démontrent que les trois puits installés dans des nappes plus profondes captent des eaux un peu plus âgées (entre 8 et 12 ans) alors que les deux puits installés dans des nappes moins profondes captent des eaux plus jeunes (entre deux et cinq ans). Finalement, les résultats démontrent que les concentrations en nitrites-nitrates semblent augmenter en profondeur, là où l'eau est légèrement plus vieille. Seulement deux échantillons se distinguent, soit UQTR 229 et UQTR 209. Concernant le premier échantillon (UQTR 229), ce dernier est situé entre les deux champs en culture beaucoup plus au nord des autres puits, ce qui peut expliquer les fortes concentrations en nitrites-nitrates malgré la faible profondeur du puits. Pour le deuxième échantillon (UQTR 209), ce dernier est également situé un peu plus au nord des autres puits dans une nappe libre moins profonde. Étant donné que les résultats des isotopes du tritium ont démontré que l'âge de l'eau de cet échantillon est plutôt jeune, soit près de cinq ans, et que de fortes concentrations sont notées, la source des nitrites-nitrates semble provenir du champ en culture le plus près (celui situé au sud). Quant aux autres échantillons (UQTR 205, 206

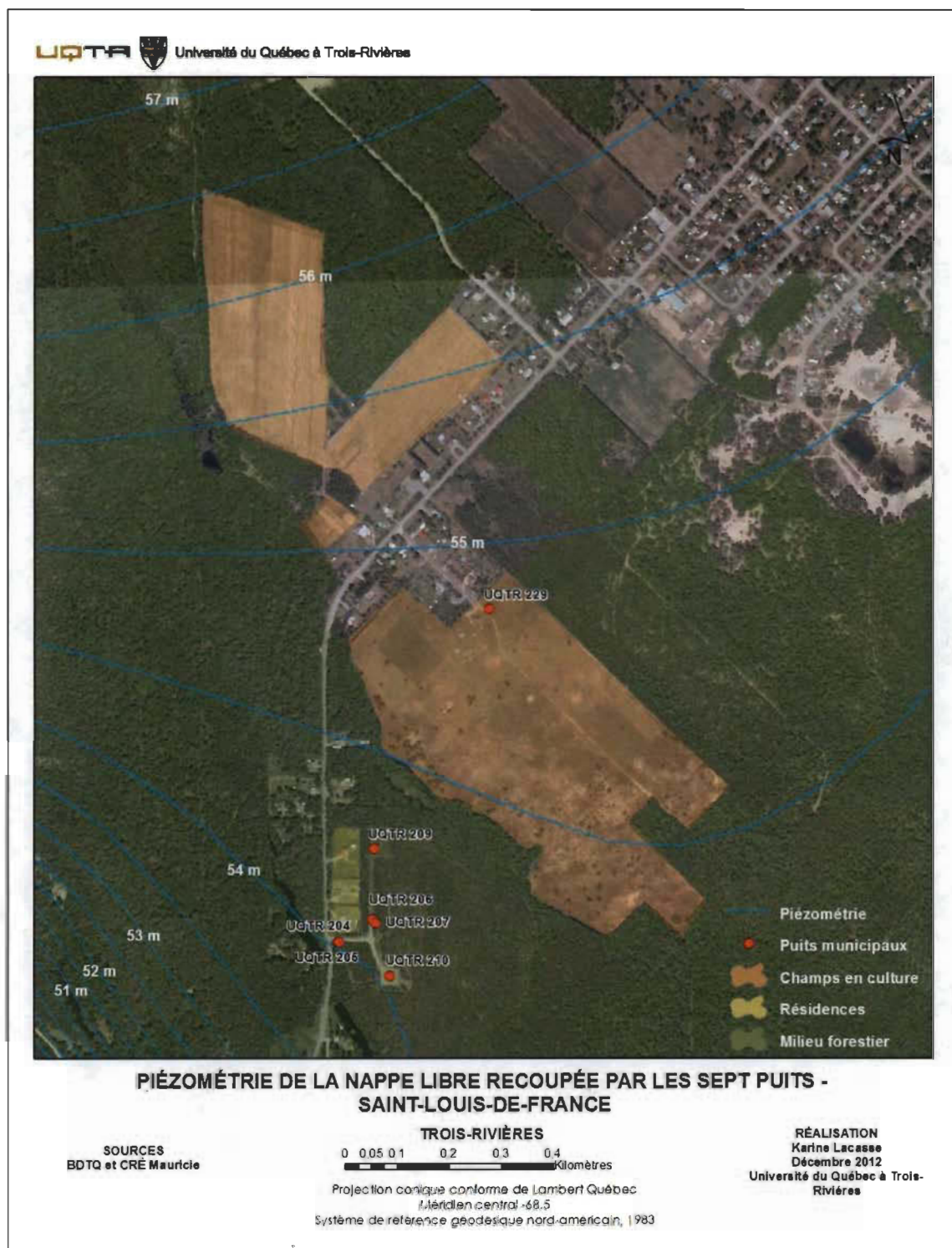


Figure 5.18 Piézométrie de la nappe libre recoupée par les sept puits municipaux dans le secteur de Saint-Louis-de-France.

5.9 Les bactéries

Afin de procéder à l'analyse microbiologique des principaux aquifères du sud-ouest de la Mauricie, 120 puits privés ont été échantillonnés. Ces puits ont été analysés pour le dénombrement des bactéries atypiques, des coliformes totaux, des coliformes fécaux, des bactéries *Escherichia coli* et des bactéries entérocoques. Les dépassements bactériologiques sont la plus importante problématique du territoire à l'étude. Les concentrations bactériologiques mesurées sur l'ensemble du territoire varient de 0 à 200 UFC/Mem pour les bactéries atypiques, de 0 à plus de 80 UFC/100 ml pour les coliformes totaux, de 0 à plus de 53 UFC/100 ml pour les coliformes fécaux ainsi que pour les bactéries *Escherichia coli* et de 0 à 95 UFC/100 ml pour les bactéries entérocoques.

Les résultats ont démontré que 39 % des puits privés présentent au moins un dépassement des concentrations maximales acceptables, soit 47 puits sur 120. Au total, cinq dépassements ont été notés pour les bactéries atypiques, 40 pour les coliformes totaux, 11 pour les coliformes fécaux, 14 pour les bactéries *Escherichia coli* ainsi que 36 pour les bactéries entérocoques. En tout, 106 dépassements bactériologiques (plusieurs dépassements peuvent être comptabilisés par puits) ont été détectés dans 47 puits.

Les dépassements ont été comptabilisés en fonction des activités potentiellement polluantes à proximité, le type de puits, le type de matériel géologique et le type de nappe. Il est à noter que les pourcentages de dépassements pour les puits totaux ainsi que pour les types de bactéries résultent du rapport entre le nombre de dépassements bactériologiques et le nombre de puits échantillonnés dans les différentes catégories pour chaque facteur. En ce qui concerne les pourcentages de dépassements bactériologiques totaux, ces derniers représentent la somme de tous les dépassements pour chaque type de bactéries divisée par le nombre possible de contaminations totales, soit une possibilité de 600 contaminations pour 120 puits privés.

5.9.1 Dépassements des normes selon les activités potentiellement polluantes à proximité

Au total, 64 % des puits privés échantillonnés à proximité des activités commerciales et industrielles possèdent au moins un dépassement bactériologique (figure 5.19a). Au deuxième rang se trouvent les sources locales (élevage d'animaux, animaux domestiques, etc.) avec 56 % de dépassements. Les cultures et les bâtiments de fermes ainsi que les plans d'eau se situent au troisième rang avec 40 % de dépassements. Au quatrième rang se logent les résidences et les villégiatures avec 38 %, suivis de la hauteur de la margelle du puits (< 30 cm) avec 30 %.

Les pourcentages de dépassements en bactéries atypiques, en bactéries *E. coli* ainsi qu'en bactéries entérocoques, soit 9 %, 27 % et 55 %, sont les plus élevés lorsque les puits privés sont installés à proximité des activités commerciales et industrielles (figure 5.20a). Les proportions de dépassements en coliformes totaux (50 %) et en coliformes fécaux (19 %), quant à elles, sont les plus élevées pour les puits situés à proximité des sources locales de contamination. Finalement, en ce qui concerne les dépassements bactériologiques totaux, le pourcentage de contamination est le plus élevé, soit 1,6 %, lorsque les puits sont installés près des milieux résidentiels et de villégiatures.

Les résultats ont démontré qu'un puits situé à proximité des activités potentiellement polluantes (peu importe le type d'activité) risque de posséder un pourcentage de dépassements bactériologiques considérable, soit entre 30 et 64 %. Les eaux souterraines du sud-ouest de la Mauricie sont donc vulnérables aux multiples sources de contaminations provenant des activités commerciales, industrielles, agricoles, résidentielles et de villégiature. La non-conformité des fosses septiques et des champs d'épuration des résidences, le ruissellement et l'infiltration des fertilisants organiques en milieu agricole (Roy *et al*, 2004), le contact direct de la nappe libre à un lac contaminé, la présence de micro-organismes pathogènes dans le cas où le puits n'est pas étanche sont tous des exemples de sources de contaminations bactériologiques.

5.9.2 Dépassements des normes selon le type de puits

Près de 68 % des puits-citernes possèdent au moins un dépassement bactériologique, suivis de 50 % de dépassements pour les sources, de 30 % pour les puits tubulaires et de 13 % pour les pointes filtrantes (figure 5.19b). Il est à noter que seulement deux sources ont été échantillonnées dont une est contaminée.

Généralement, les puits-citernes sont moins étanches que les autres types de puits, et par le fait même, sont davantage vulnérables aux contaminations. De plus, les puits-citernes sont installés en nappe libre dans les dépôts meubles, soit deux conditions qui semblent augmenter la vulnérabilité des puits. Il est à noter qu'un mauvais entretien des puits peut également affecter négativement la qualité des eaux souterraines.

La figure 5.20b montre que les puits-citernes possèdent le plus grand taux de contamination en bactéries atypiques (8 %) et en coliformes totaux (55 %). Les sources, quant à elles, présentent le plus haut pourcentage de contamination en coliformes fécaux et en bactéries *Escherichia coli*, soit 50 % chacun. Les puits-citernes et les sources possèdent, avec 50 % chacun, les plus grandes proportions de contamination en bactéries entérocoques. En somme, les puits-citernes présentent le plus haut pourcentage de dépassements bactériologiques totaux avec 9 %.

5.9.3 Dépassements des normes selon le type de matériel géologique

Au total, 42 % des puits privés aménagés dans les dépôts meubles possèdent au moins un dépassement bactériologique (figure 5.19c). Quant aux puits échantillonnés dans le roc, 28 % de ces derniers présentent au moins un dépassement. Les dépôts meubles constituent un excellent aquifère granulaire, caractérisé par une bonne porosité, permettant d'emmagasinier l'eau, et par une bonne perméabilité, permettant la circulation de l'eau (Fagnan *et al.*, 2003). Ces aquifères ont donc une plus grande vulnérabilité en raison des conditions favorables à la circulation des contaminants. De plus, les fluctuations saisonnières du niveau phréatique ont pour conséquence de prendre en charge les polluants logés dans la zone vadose et ainsi contaminer la nappe phréatique.

Ce phénomène se produit surtout en milieux poreux en raison de la facilité de la fixation des substances sur les particules libres et est moins présent en milieux fracturés en raison de la circulation plus rapide de l'eau souterraine.

Nos résultats démontrent que les puits installés dans le roc ont le plus haut taux de contamination en bactéries atypiques, soit 5 % (figure 5.20c). En ce qui concerne les coliformes totaux, les coliformes fécaux, les bactéries *Escherichia coli* ainsi que les bactéries entérocoques, ces bactéries possèdent le plus haut pourcentage de contamination lorsque les puits privés sont situés dans les dépôts meubles, soit 37 %, 11 %, 13 % et 33 % respectivement.

5.9.4 Dépassements des normes selon le type de nappe

Près de 45 % des puits privés échantillonnés dans des nappes libres possèdent au moins un dépassement bactériologique alors que 30 % des puits échantillonnés dans les nappes captives ont au moins un dépassement (figure 5.19d).

Les puits privés échantillonnés dans des nappes libres présentent le taux de contamination le plus élevé pour tous les paramètres bactériologiques, soit 4 % pour les bactéries atypiques, 35 % pour les coliformes totaux, 11 % pour les coliformes fécaux, 14 % pour les bactéries *Escherichia coli* et 32 % pour les bactéries entérocoques (figure 5.20d). En somme, les puits situés dans les nappes libres possèdent le plus grand pourcentage de dépassements bactériologiques totaux avec 15 %.

Les nappes libres sont davantage vulnérables principalement en raison des polluants superficiels qui peuvent percoler librement dans le sol et atteindre plus facilement la nappe phréatique. Les dépassements en nappes libres peuvent être reliés à la non-conformité des fosses septiques, à l'infiltration des excréments dus à l'épandage en milieu rural (Roy *et al*, 2004), au contact direct de la nappe libre à un lac contaminé par ces types de bactéries, etc. Les nappes captives sont, quant à elles, moins vulnérables en raison de la protection que procurent les couches de sédiments imperméables qui les

surmontent. Les dépassements sont généralement associés à la hauteur du puits (les puits à la hauteur même du sol sont plus vulnérables au ruissellement des contaminants), à l'étanchéité des puits pouvant occasionner la présence de micro-organismes pathogènes, à une contamination de la zone de recharge, etc.

5.9.5 Dépassements des normes selon le nombre de facteurs identifiés par puits

Les dépassements bactériologiques ont été comptabilisés en fonction du nombre de facteurs identifiés pour chacun des puits afin d'identifier ceux contribuant à l'augmentation du risque de contamination bactériologique. Les facteurs utilisés sont toutes les catégories d'activités anthropiques, les puits-citernes, les dépôts meubles et les nappes libres. Il est à noter que les activités anthropiques constituent un seul facteur.

Les résultats ont démontré que les quatre facteurs semblent contribuer à l'augmentation du risque de contamination bactériologique dans les puits privés. De plus, la figure 5.21 démontre que ces facteurs augmentent le risque de contamination de façon cumulative. Le pourcentage de puits contaminés passe de 32 % (pour un facteur de risque) à 70 % lorsque les quatre facteurs sont présents. Le pourcentage de dépassements bactériologiques semble donc augmenter avec le nombre de facteurs identifiés par puits. Une attention particulière devrait être accordée ainsi qu'un entretien régulier du puits afin d'éviter les contaminations bactériologiques, particulièrement dans les puits où plus d'un facteur de risque est présent.

Considérant que près d'un puits privé sur deux est contaminé, il serait primordial pour les propriétaires d'assurer un suivi plus rigoureux de leur puits (Kreutzwiser *et al.*, 2011). À cet effet, un manque de sensibilisation des utilisateurs a été observé au cours de l'étude. Lors de l'échantillonnage, près de 50 % des propriétaires confirmaient qu'ils n'étaient pas au fait des procédures à suivre pour nettoyer ou pour décontaminer leur puits, ou encore ils ignoraient l'existence des documents mis à leur disposition sur le site internet du MDDEFP. Il serait ainsi pertinent de mettre en place un programme de sensibilisation et de surveillance des puits privés au Québec.

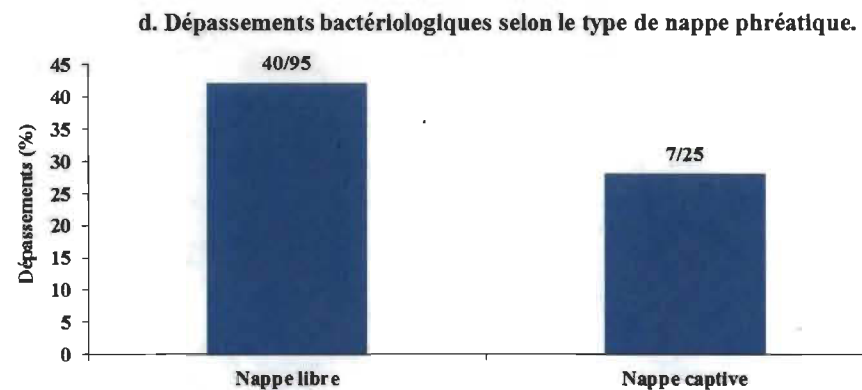
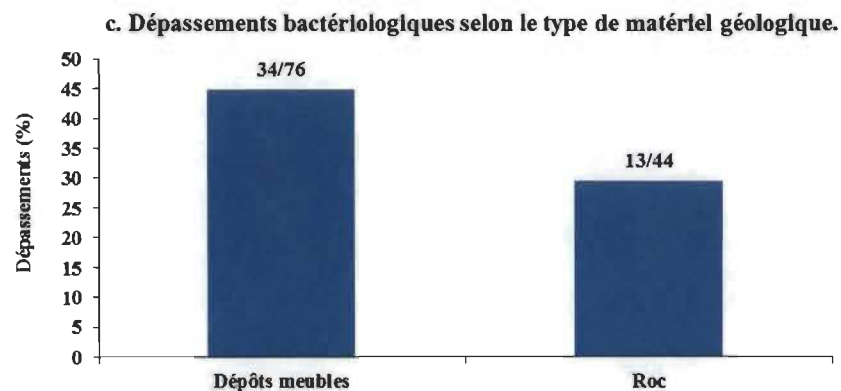
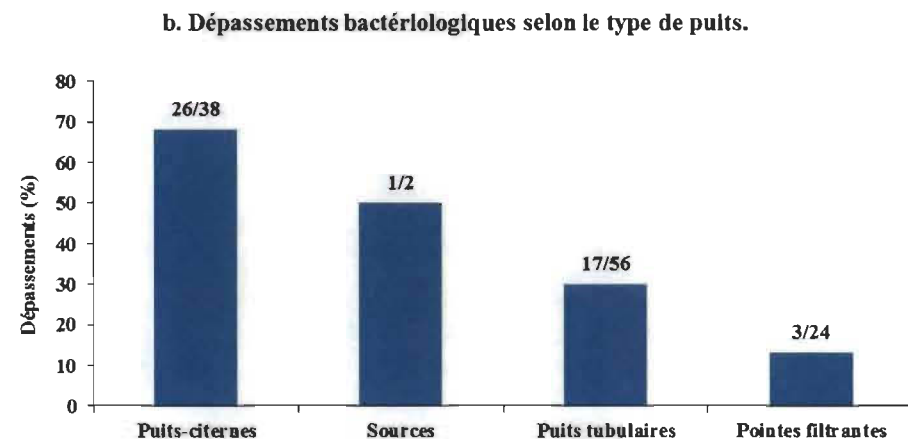
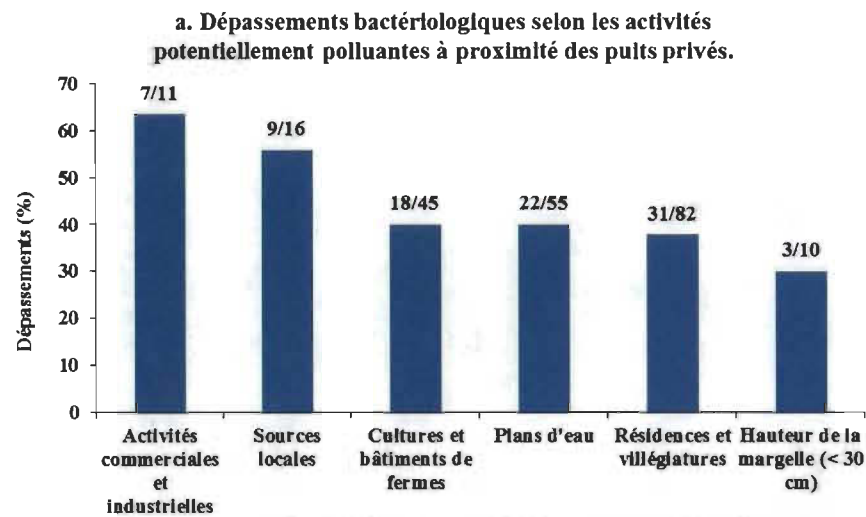


Figure 5.19 Dépassements bactériologiques totaux (%) par puits.

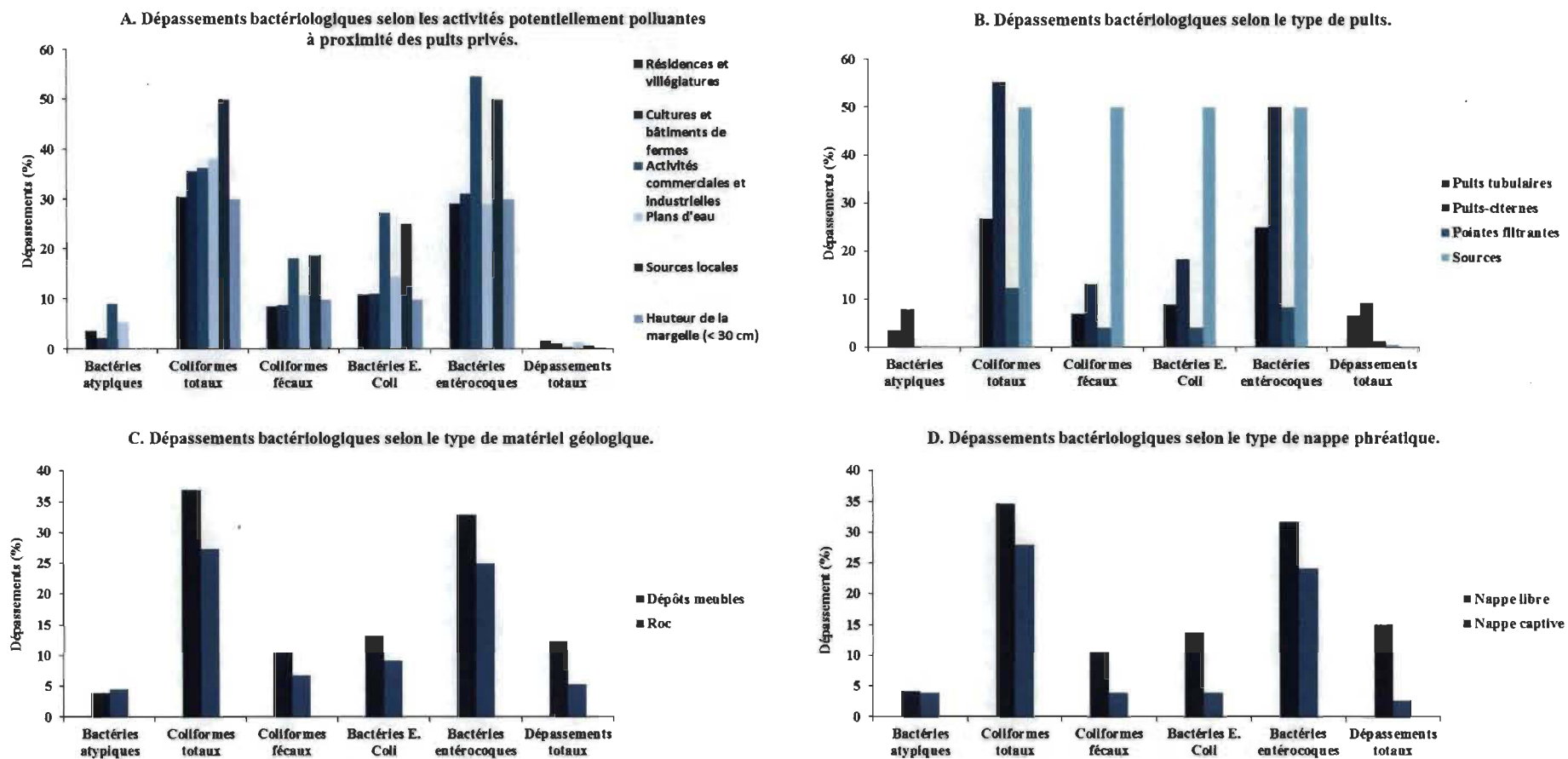


Figure 5.20 Dépassements bactériologiques totaux (%) par type de bactéries.

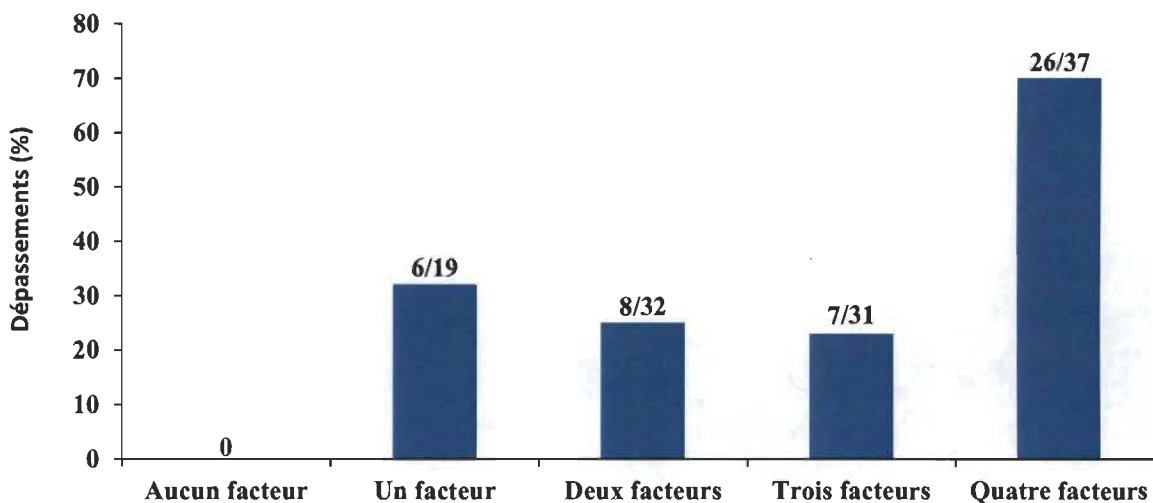


Figure 5.21 Dépassements bactériologiques (%) selon le nombre de facteurs identifiés par puits.

5.10 Les isotopes

Le tableau 5.13 présente les âges non corrigés (en pMC et en BP) ainsi que les âges corrigés du radiocarbone selon la méthode statistique de Vogel (1970).

Tableau 5.13
Résultats de la correction isotopique pour le ^{14}C avec la méthode statistique de Vogel (1970)

Numéro de l'échantillon	Âge non corrigé (pMC)	Âge non corrigé (BP)	Âge corrigé (BP) avec $a_0^{14}\text{C}$ de 100	Âge corrigé (BP) avec $a_0^{14}\text{C}$ de 105	Âge corrigé (BP) avec $a_0^{14}\text{C}$ de 110
UQTR 32	$2,28 \pm 0,06$	30310 ± 200	30386	30790	31174
UQTR 40	$12,73 \pm 0,09$	16498 ± 55	16169	16572	16957
UQTR 211	$16,26 \pm 0,1$	14533 ± 50	14146	14549	14934

Les résultats corrigés du radiocarbone mettent en évidence les eaux souterraines âgées de plus de 10 000 ans. Selon la méthode de correction de Vogel (1970) à l'aide du modèle STAT, les résultats pour les trois échantillons analysés varient de 30 386 ans à 31 174 ans pour le premier, de 16 169 ans à 16 957 ans pour le deuxième et de 14 146 ans à 14 934 ans pour le troisième. Ces âges indiquent que le taux de recharge de

ces eaux souterraines est faible. Ces trois échantillons proviennent du socle rocheux, dans des conditions confinées, et sont situés dans le paléo-delta de la rivière Saint-Maurice (UQTR 32 et UQTR 40) ainsi que dans la plaine argileuse (UQTR 211). Une attention particulière doit être accordée au premier échantillon (UQTR 32) puisque les valeurs semblent surestimées. En effet, un échantillon d'eau souterraine possédant un âge de plus 30 000 ans semble trop élevé pour les contextes géologiques de la région. Une deuxième analyse ou d'autres types de corrections seraient nécessaires afin de confirmer les premiers résultats.

Le tableau 5.14 présente les âges des échantillons selon leur concentration en tritium. Ces âges ont été calculés selon deux méthodes, soit la quantitative et la qualitative selon les critères de Clark et Fritz (1997).

Tableau 5.14
Âge des échantillons d'eau souterraine selon leur concentration en tritium

Numéro d'échantillons	Concentration en tritium (TU)	Âge de l'échantillon	
		Méthode quantitative (année avant aujourd'hui)	Méthode qualitative
UQTR 1	21	Moins de 1 an	Présence de tritium provenant des essais nucléaires
UQTR 4	36,3	Moins de 1 an	Recharge dans les années 1960 ou 1970
UQTR 7	12,3	6,827	Moderne (< 5 à 10 ans)
UQTR 8	13,2	5,561	Moderne (< 5 à 10 ans)
UQTR 12	20,3	Moins de 1 an	Présence de tritium provenant des essais nucléaires
UQTR 20	12	7,270	Moderne (< 5 à 10 ans)
UQTR 23	13,2	5,561	Moderne (< 5 à 10 ans)
UQTR 27	19,7	Moins de 1 an	Présence de tritium provenant des essais nucléaires
UQTR 28	15,2	3,032	Présence de tritium provenant des essais nucléaires
UQTR 30	21,8	Moins de 1 an	Présence de tritium provenant des essais nucléaires
UQTR 36	21,7	Moins de 1 an	Présence de tritium provenant des essais nucléaires
UQTR 38	10,6	9,494	Moderne (< 5 à 10 ans)
UQTR 41	15,7	2,451	Présence de tritium provenant des essais nucléaires
UQTR 45	11,7	7,724	Moderne (< 5 à 10 ans)
UQTR 57	14	4,506	Moderne (< 5 à 10 ans)
UQTR 63	11,9	7,391	Moderne (< 5 à 10 ans)
UQTR 65	12,7	6,253	Moderne (< 5 à 10 ans)

Numéro d'échantillons	Concentration en tritium (TU)	Âge de l'échantillon	
		Méthode quantitative (année avant aujourd'hui)	Méthode qualitative
UQTR 66	10,4	9,836	Moderne (< 5 à 10 ans)
UQTR 67	14,7	3,631	Moderne (< 5 à 10 ans)
UQTR 74	16,9	1,131	Présence de tritium provenant des essais nucléaires
UQTR 76	18,6	Moins de 1 an	Présence de tritium provenant des essais nucléaires
UQTR 82	13,5	5,158	Moderne (< 5 à 10 ans)
UQTR 83	12,7	6,253	Moderne (< 5 à 10 ans)
UQTR 84	14,6	3,754	Moderne (< 5 à 10 ans)
UQTR 85	12,2	6,974	Moderne (< 5 à 10 ans)
UQTR 102	14	4,506	Moderne (< 5 à 10 ans)
UQTR 103	8,8	12,831	Moderne (< 5 à 10 ans)
UQTR 104	14,9	3,389	Moderne (< 5 à 10 ans)
UQTR 105	13,6	5,026	Moderne (< 5 à 10 ans)
UQTR 106	9,1	12,230	Moderne (< 5 à 10 ans)
UQTR 122	16	2,112	Présence de tritium provenant des essais nucléaires
UQTR 123	14,8	3,510	Moderne (< 5 à 10 ans)
UQTR 124	14,6	3,754	Moderne (< 5 à 10 ans)
UQTR 125	8,3	13,880	Moderne (< 5 à 10 ans)
UQTR 129	12,9	5,973	Moderne (< 5 à 10 ans)
UQTR 139	16,6	1,452	Présence de tritium provenant des essais nucléaires
UQTR 143	12	7,270	Moderne (< 5 à 10 ans)
UQTR 150	14,8	3,510	Moderne (< 5 à 10 ans)
UQTR 153	16,6	1,452	Présence de tritium provenant des essais nucléaires
UQTR 161	15	3,269	Moderne (< 5 à 10 ans)
UQTR 165	17,1	0,920	Présence de tritium provenant des essais nucléaires
UQTR 173	13,6	5,026	Moderne (< 5 à 10 ans)
UQTR 174	19,8	Moins de 1 an	Présence de tritium provenant des essais nucléaires
UQTR 176	11,8	7,571	Moderne (< 5 à 10 ans)
UQTR 179	11,2	8,507	Moderne (< 5 à 10 ans)
UQTR 201	6,9	17,192	Moderne (< 5 à 10 ans)
UQTR 202	13	5,835	Moderne (< 5 à 10 ans)
UQTR 204	16	2,112	Présence de tritium provenant des essais nucléaires
UQTR 205	9,1	12,230	Moderne (< 5 à 10 ans)
UQTR 206	11,6	7,878	Moderne (< 5 à 10 ans)
UQTR 207	9,7	11,085	Moderne (< 5 à 10 ans)
UQTR 208	9	12,428	Moderne (< 5 à 10 ans)
UQTR 209	13,8	4,764	Moderne (< 5 à 10 ans)

La méthode qualitative de Clark et Fritz (1997) a seulement été utilisée à titre de comparaison avec la méthode quantitative des mêmes auteurs, qui est plus précise. Les résultats du tritium mettent en évidence les échantillons possédant des eaux souterraines beaucoup plus jeunes, variant environ entre moins d'un an et 17 ans. Ces âges indiquent que le taux recharge de ces eaux souterraines est relativement élevé. Les 53 échantillons analysés se trouvent dans tous les contextes hydrogéologiques, mais sont surtout dominants dans les nappes libres. Les eaux souterraines âgées de moins d'un an et âgées entre un et dix ans sont davantage situées dans des nappes libres et sont reliées à une recharge plus active. Spatialement, les échantillons sont situés dans l'ensemble des contextes hydrogéologiques.

Les résultats interprétés des isotopes de tritium ainsi que ceux du carbone 14 ont permis la réalisation d'une carte synthèse de datation de l'eau souterraine (figure 5.22).

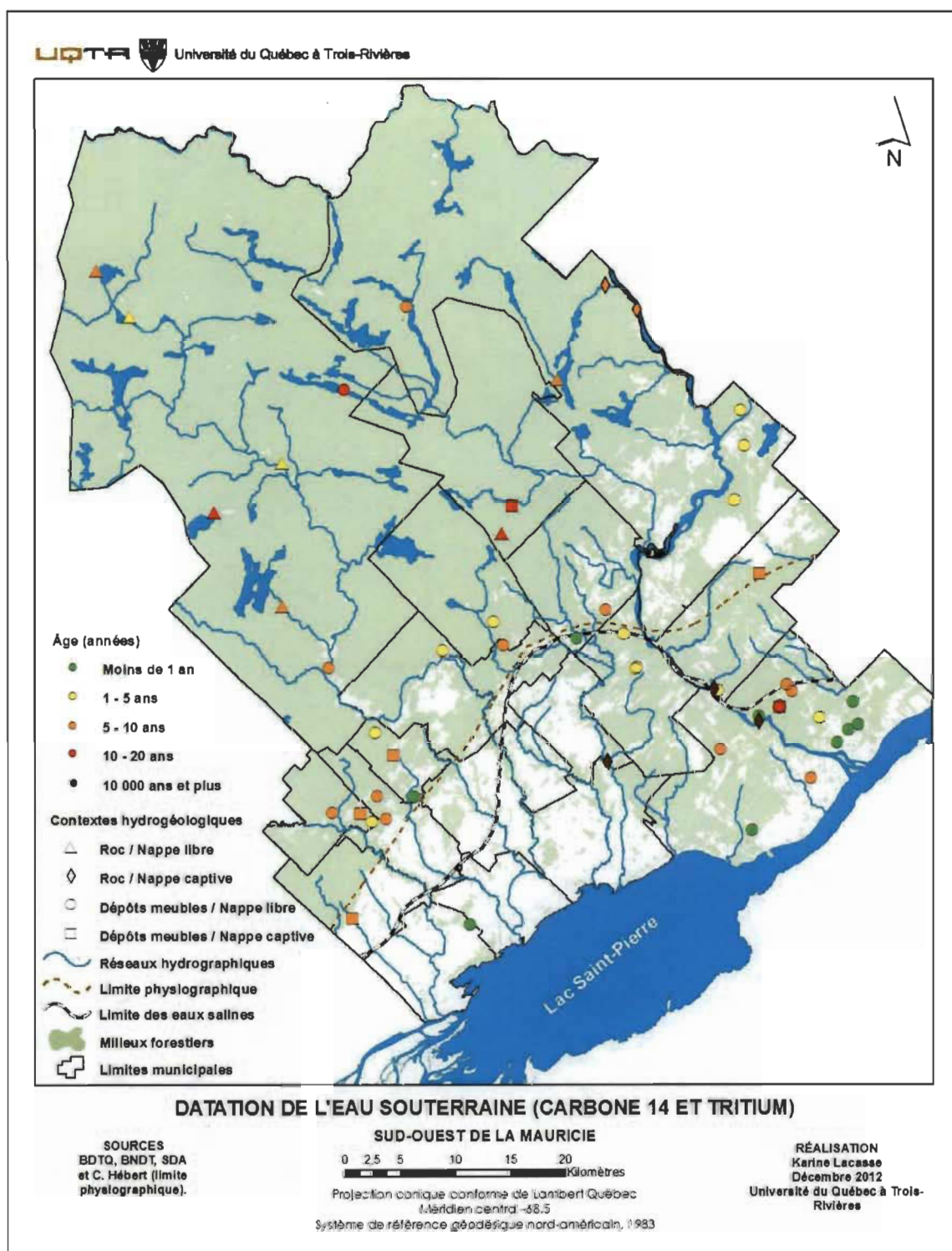


Figure 5.22 Datation de l'eau souterraine au sud-ouest de la Mauricie.

La figure 5.23 présente le graphique des analyses $\delta^2\text{H}$ et $\delta^{18}\text{O}$ sur des échantillons d'eau souterraine ainsi que sur des échantillons d'eau de pluie. La ligne des eaux souterraines du sud-ouest de la Mauricie est définie par l'équation suivante : $\delta^2\text{H} = 6,5127 \delta^{18}\text{O} + 3,8163$ ($R^2 = 0.8979$). La ligne des eaux de précipitation du sud-ouest de la Mauricie, quant à elle, est définie par l'équation; $\delta^2\text{H} = 8,489 \delta^{18}\text{O} + 17,949$ ($R^2 = 0.9995$). Les figures 5.24 et 5.25 présentent des graphiques des analyses $\delta^2\text{H}$ et $\delta^{18}\text{O}$ sur des échantillons d'eau souterraine et d'eau de pluie du sud-ouest de la Mauricie, des Basses-Laurentides (Cloutier, 2004), de Sainte-Agathe (IAEA/WHO, 2001) et d'Ottawa (Rozanski *et al.*, 1993). Les résultats des analyses $\delta^2\text{H}$ et $\delta^{18}\text{O}$ pour les échantillons d'eau souterraine et d'eau de pluie sont présentés en annexe.

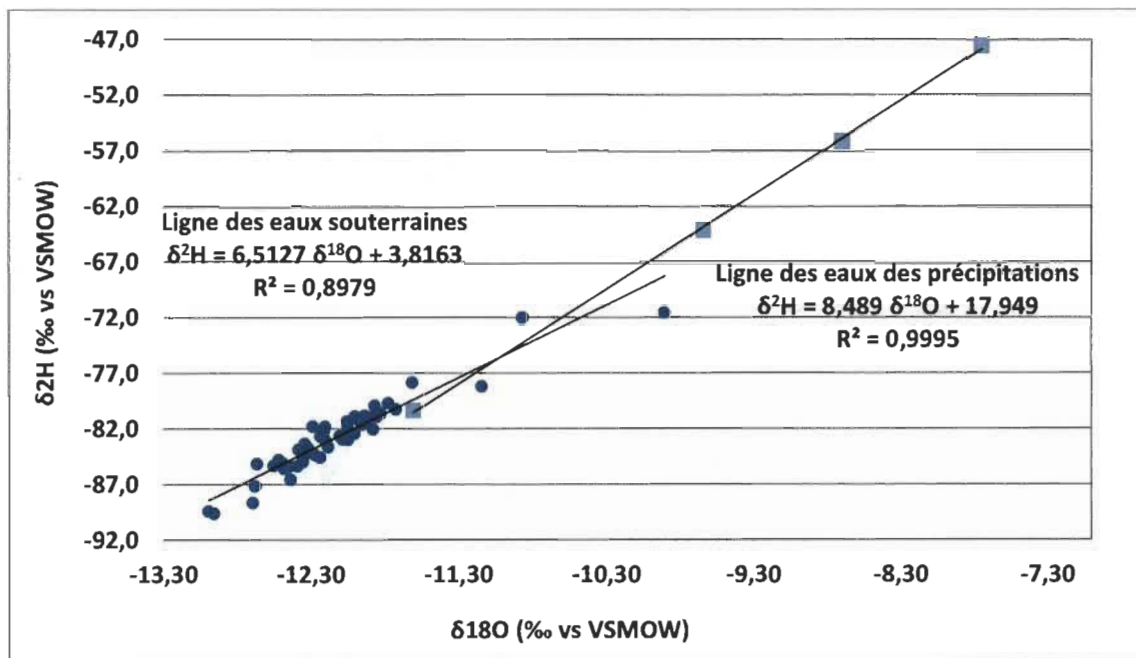


Figure 5.23 Analyses $\delta^2\text{H}$ et $\delta^{18}\text{O}$ sur des échantillons d'eau souterraine (cercles) et d'eau de pluie (carrés) au sud-ouest de la Mauricie.

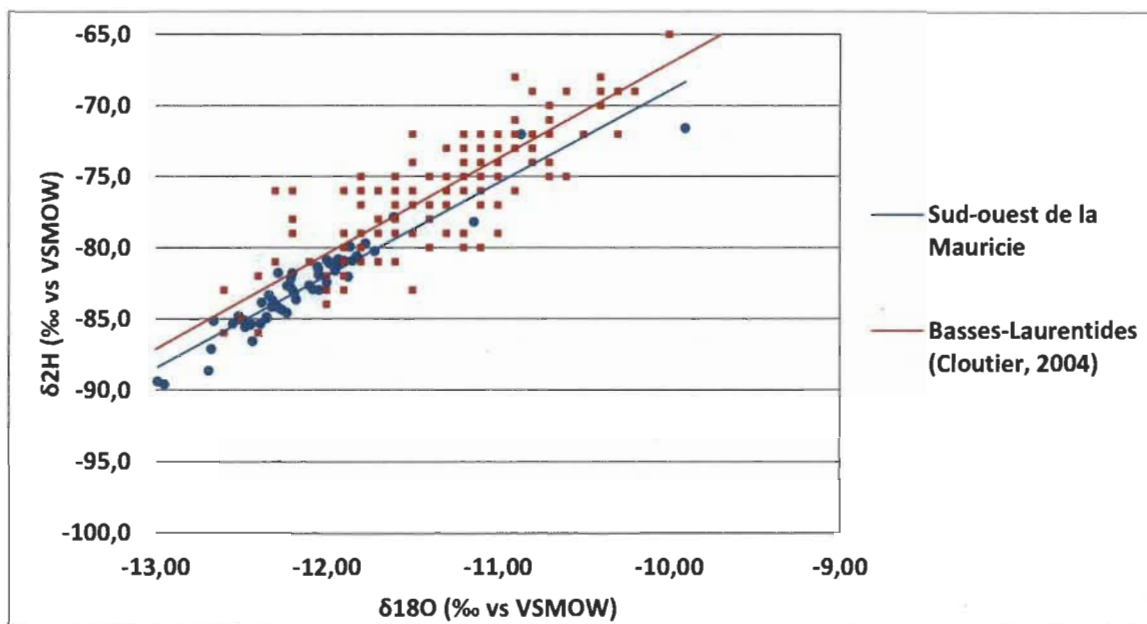


Figure 5.24 Analyses $\delta^2\text{H}$ et $\delta^{18}\text{O}$ sur des échantillons d'eau souterraine au sud-ouest de la Mauricie et dans les Basses-Laurentides (Cloutier, 2004).

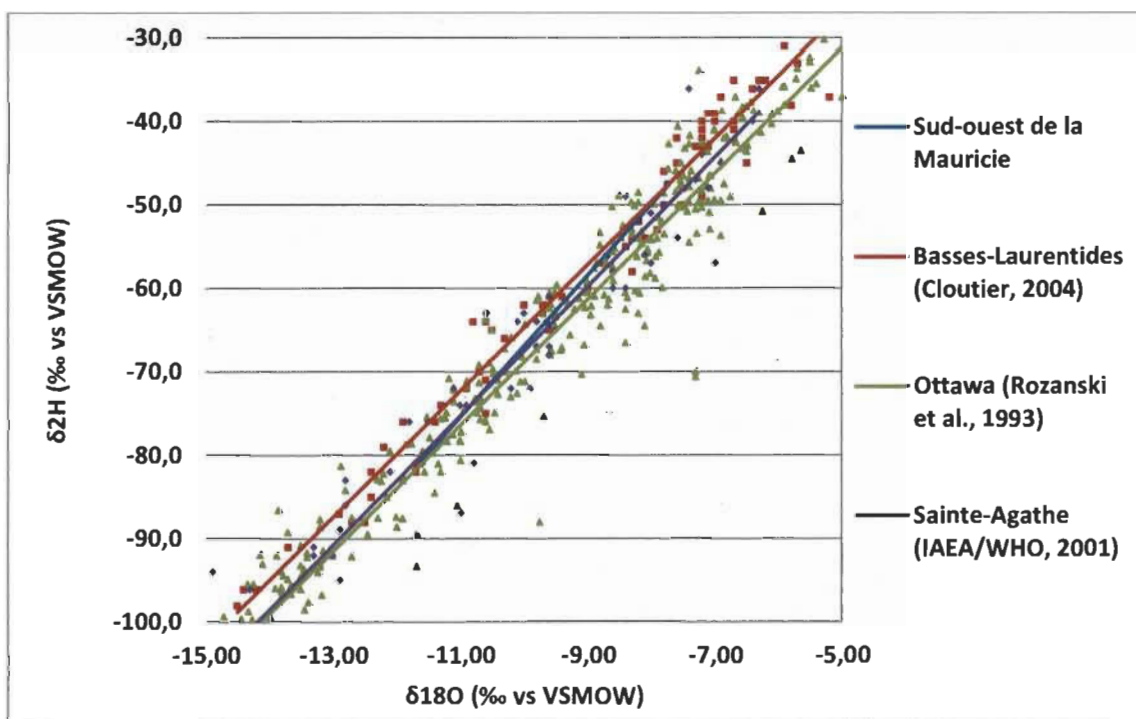


Figure 5.25 Analyses $\delta^2\text{H}$ et $\delta^{18}\text{O}$ sur des échantillons d'eau de pluie au sud-ouest de la Mauricie et dans les Basses-Laurentides (Cloutier, 2004), à Sainte-Agathe (IAEA/WHO, 2001) et à Ottawa (Rozanski *et al.*, 1993).

Il existe une forte corrélation entre les concentrations d'isotopes d'oxygène 18 et de deutérium dans les eaux météoriques et les compositions isotopiques des précipitations. Cette corrélation suggère que ces eaux souterraines sont relativement jeunes (Clark et Fritz, 1997). On observe toutefois un léger décalage pour les valeurs en $\delta^2\text{H}$ et $\delta^{18}\text{O}$ dans les eaux souterraines (figure 5.23). Ces résultats sont comparables à ceux de l'étude des Basses-Laurentides (Cloutier *et al.*, 2006). Il est à noter que seulement quatre échantillons d'eau de pluie ont été analysés pour les $\delta^2\text{H}$ et $\delta^{18}\text{O}$, réduisant ainsi le degré de fiabilité de la ligne des eaux de précipitation du sud-ouest de la Mauricie. Des analyses supplémentaires seraient nécessaires afin de confirmer ces résultats.

La ligne des eaux souterraines des Basses-Laurentides de l'étude de Cloutier (2004) ainsi que les lignes des eaux météoriques des Basses-Laurentides, de Sainte-Agathe (IAEA/WHO, 2001) et d'Ottawa (Rozanski *et al.*, 1993) ont été utilisées à titre de comparaison isotopique. Les lignes sont toutes sensiblement parallèles les unes par rapport aux autres. Les figures 5.24 et 5.25 ne démontrent pas de distinction importante entre les lignes des eaux souterraines et des eaux météoriques des autres études et celles du sud-ouest de la Mauricie.

Les isotopes stables et radioactifs ont démontré que les aquifères de la Mauricie renferment des eaux datant de quelques années, soit une eau météorique moderne, à plusieurs milliers d'années, soit l'eau de l'ancienne mer de Champlain. Les eaux modernes, ayant un plus grand taux de renouvellement, se trouvent principalement dans des conditions de nappes libres tandis que les eaux submodernes se situent davantage dans des conditions de nappes captives.

CHAPITRE VI

DISCUSSION

6.1 Qualité de l'eau par aquifère

Des tendances régionales au niveau de la qualité de l'eau ont été observées pour le territoire à l'étude. D'abord, de fortes concentrations en chlorures, en nitrites-nitrates ainsi qu'en fer et en manganèse ont été observées pour plusieurs aquifères du territoire. Les concentrations en chlorures sont, de façon générale, plus élevées dans la nappe libre du paléo-delta de la rivière Saint-Maurice que dans les autres nappes, sauf en ce qui concerne les nappes captives situées dans la plaine argileuse, où de grandes concentrations sont mesurées. Les fortes concentrations en chlorures présentes dans la nappe libre du paléo-delta de la rivière Saint-Maurice seraient d'origine anthropique puisque cette nappe ne contient pas de fortes concentrations en bromures. Les plus grandes concentrations en nitrites et nitrates, quant à elles, sont localisées dans les aquifères à nappe libre du sud du territoire, soit dans les dépôts littoraux du lac à Lampsilis et dans les dépôts du paléo-delta de la rivière Saint-Maurice. Une seule nappe captive contient des valeurs anormalement élevées en nitrates. Les concentrations de fer et de manganèse sont fréquemment corrélées. Les concentrations élevées se retrouvent dans les aquifères de fond de vallées du Bouclier et principalement dans l'aquifère à nappe libre du paléo-delta de la rivière Saint-Maurice.

Les résultats des isotopes du tritium et du carbone 14 ont démontré que le temps de résidence des eaux souterraines dans les aquifères à nappe libre est plus court que pour les nappes captives. Le temps de résidence varie de moins d'un an dans les nappes libres de sable, à plus de 10 000 ans dans la nappe captive du socle rocheux Paléozoïque enfoui sous les argiles de la mer de Champlain.

Finalement, les aquifères à nappe libre possèdent des valeurs de pH plus acide et des valeurs de conductivité électrique moins élevées que celles des aquifères à nappe captive. Tous ces résultats démontrent donc que les aquifères à nappe libre renferment des eaux moins minéralisées, moins âgées et moins évoluées que les aquifères à nappe captive. Les tableaux 6.1 et 6.2 présentent une synthèse des caractéristiques géochimiques et isotopiques des aquifères granulaires et fracturés du sud-ouest de la Mauricie.

Tableau 6.1

Qualité de l'eau souterraine pour les aquifères granulaires au sud-ouest de la Mauricie

Code	Description de l'aquifère	Nappe	Qualité de l'eau souterraine	Interprétations
Les aquifères granulaires				
1C	Les fonds de vallées du Bouclier	Confinée	<ul style="list-style-type: none"> • Ca-HCO₃ • Environ 13,9 ans • Dépassements en fer et en manganèse 	Eau moderne
1L	Les fonds de vallées du Bouclier	Libre	<ul style="list-style-type: none"> • Ca-HCO₃ • Environ 8,7 ans • pH légèrement acide • Dépassement en fer • Eau moins minéralisée que la nappe confinée 	Eau moderne
2C	Le paléo-delta de la rivière Maskinongé et les dépôts adjacents	Confinée	<ul style="list-style-type: none"> • Ca-HCO₃ • Environ 7,9 ans • Eau peu minéralisée 	Eau moderne
2L	Le paléo-delta de la rivière Maskinongé et les dépôts adjacents	Libre	<ul style="list-style-type: none"> • Cations mixtes (Ca-Na)-HCO₃ • Environ 5,8 ans • Eau moins minéralisée que la nappe confinée 	Eau moderne
3C	Le paléo-delta de la rivière Yamachiche et les dépôts adjacents	Confinée	<ul style="list-style-type: none"> • Na-Cl • pH neutre • Forte concentration en sulfates et en sodium • Dépassement en fer 	Les fortes concentrations en chlorures ne sont pas accompagnées de fortes concentrations en bromures. La source des chlorures semble donc anthropique. (Un seul échantillon récolté)
3L	Le paléo-delta de la rivière Yamachiche et les dépôts adjacents	Libre	<ul style="list-style-type: none"> • Ca-HCO₃ • Environ 5,7 ans • pH légèrement acide • Eau moins minéralisée que la nappe confinée 	Eau moderne
4	La moraine de Saint-Narcisse et les dépôts adjacents			
4AC	Notre-Dame-du-Mont-Carmel	Confinée	<ul style="list-style-type: none"> • Ca-HCO₃ • Environ 7,7 ans • pH légèrement basique • Forte concentration en potassium 	Eau moderne
4AL	Notre-Dame-du-Mont-Carmel	Libre	<ul style="list-style-type: none"> • Ca-HCO₃ • pH neutre • Eau moins minéralisée que la nappe confinée 	Eau moderne

Code	Description de l'aquifère	Nappe	Qualité de l'eau souterraine	Interprétations
4BC	Charette	Confinée	<ul style="list-style-type: none"> • Na-Cl • pH basique • Dépassements en chlorures, fluorures, manganèse, sodium et matières dissoutes totales • Fortes concentrations en bromures, sulfates, magnésium, potassium, calcium, phosphore, dureté et bicarbonates • Eau très minéralisée 	Cet aquifère semble renfermé des eaux saumâtres et très évoluées. L'ancienne mer de Champlain peut être en lien avec les fortes concentrations de plusieurs paramètres. (Un seul échantillon récolté)
4BL	Charette	Libre	<ul style="list-style-type: none"> • Ca-HCO₃ • Moins de 1 an • Eau beaucoup moins minéralisée que la nappe confinée 	Eau moderne
4CC	Sainte-Angèle-de-Prémont et Saint-Paulin	Confinée	<ul style="list-style-type: none"> • Ca-HCO₃ • Environ 9,8 ans • Eau peu minéralisée 	Eau moderne
4CL	Sainte-Angèle-de-Prémont et Saint-Paulin	Libre	<ul style="list-style-type: none"> • Ca-HCO₃ • Environ 3,6 ans • Eau moins minéralisée que la nappe confinée 	Eau moderne
5C	Les dépôts de la faille de Saint-Cuthbert	Confinée	-	-
6C	Les dépôts fluvioglaciaires sous la plaine argileuse	Confinée	-	-
7L	Les dépôts littoraux du lac Lampsilis	Libre	<ul style="list-style-type: none"> • Na-Cl • Moins de 1 an • pH neutre • Forte valeur de conductivité • Fortes concentrations en chlorures, sulfates, nitrites-nitrates, sodium et matières dissoutes totales 	Les fortes concentrations en chlorures ne sont pas accompagnées de fortes concentrations en bromures. La source des chlorures semble donc anthropique.
8	Le paléo-delta de la rivière Saint-Maurice			
8AL	Saint-Boniface	Libre	<ul style="list-style-type: none"> • Na-Anions mixtes (Cl-HCO₃) • Environ 6 ans • pH légèrement acide • Forte concentration en potassium • Eau peu minéralisée 	Les fortes concentrations en chlorures ne sont pas accompagnées de fortes concentrations en bromures. La source des chlorures semble donc anthropique.
8BL	Shawinigan (Shawinigan-Sud et Lac-à-la-Tortue)	Libre	<ul style="list-style-type: none"> • Na-Cl • Environ 3,3 ans • Dépassement en manganèse • Fortes concentrations en fer et en matières dissoutes totales 	Les fortes concentrations en chlorures ne sont pas accompagnées de fortes concentrations en bromures. La source des chlorures semble donc anthropique.
8CL	Saint-Étienne-des-Grès	Libre	<ul style="list-style-type: none"> • Cations mixtes (Ca-Na)-Cl • Environ 3,5 ans • Forte concentration en nitrites-nitrates, chlorures et matières dissoutes totales 	Les sources de nitrates peuvent provenir de l'agriculture à proximité des puits. Les fortes concentrations en chlorures ne sont pas accompagnées de fortes concentrations en bromures. La source des chlorures semble donc anthropique
8DL	Notre-Dame-du-Mont-Carmel	Libre	<ul style="list-style-type: none"> • Cations mixtes (Ca-Na)-Cl • Environ 2,5 ans • pH neutre • Forte concentration en nitrites-nitrates et en chlorures • Eau peu minéralisée 	Les sources de nitrates peuvent provenir de l'agriculture à proximité des puits. Les fortes concentrations en chlorures ne sont pas accompagnées de fortes concentrations en bromures. La source des chlorures semble donc anthropique

Code	Description de l'aquifère	Nappe	Qualité de l'eau souterraine	Interprétations
8EL	Secteur Pointe-du-Lac (Trois-Rivières) et Yamachiche	Libre	<ul style="list-style-type: none"> • Ca-HCO₃ • Moins de 1 an • Eau peu minéralisée 	Eau moderne
8FC	Secteurs Trois-Rivières et Trois-Rivières-Ouest	Confinée	-	-
8FL	Secteurs Trois-Rivières et Trois-Rivières-Ouest	Libre	<ul style="list-style-type: none"> • Ca-HCO₃ • Environ 7 ans • Forte valeur de conductivité • Dépassement en manganèse • Eau peu minéralisée 	Eau moderne
8GL	Secteur Saint-Louis-de-France (Trois-Rivières)	Libre	<ul style="list-style-type: none"> • Ca-HCO₃ • Environ 5,6 ans • pH neutre • Eau peu minéralisée 	Eau moderne
8HC	Secteur Cap-de-la-Madeleine (Trois-Rivières)	Confinée	<ul style="list-style-type: none"> • Na-Cl • pH assez neutre • Très grande valeur de conductivité • Très fortes concentrations en bromures, nitrites-nitrates, magnésium, potassium, calcium et bicarbonates • Dépassements en chlorures, fer, manganèse, sodium, dureté et matières dissoutes totales 	<p>Cet aquifère semble renfermé des eaux saumâtres et très évoluées. L'ancienne mer de Champlain peut être en lien avec les fortes concentrations de plusieurs paramètres. (Un seul échantillon récolté)</p> <p>Eau submoderne</p>
8HL	Secteur Cap-de-la-Madeleine (Trois-Rivières)	Libre	<ul style="list-style-type: none"> • Na-Cl • Moins de 1 an • Forte valeur de conductivité • Fortes concentrations en chlorures, sulfates, nitrites-nitrates et matières dissoutes totales • Dépassements en fer et en manganèse 	<p>Contrairement à la nappe captive, cette nappe libre semble renfermer des eaux salées dues à des sources anthropiques puisque les concentrations en bromures sont faibles.</p> <p>Eau moderne</p>

Tableau 6.2

Qualité de l'eau souterraine pour les aquifères fracturés au sud-ouest de la Mauricie

Code	Description de l'aquifère	Nappe	Qualité de l'eau souterraine	Interprétations
Les aquifères fracturés				
9	Le bouclier			
9AC	Domaine de Mékinac-Taureau	Confinée	<ul style="list-style-type: none"> • Ca-HCO₃ • Environ 5 ans • Eau peu minéralisée 	Eau moderne
9AL	Domaine de Mékinac-Taureau	Libre	<ul style="list-style-type: none"> • Ca-HCO₃ • Environ 4,2 ans • pH neutre • Eau peu minéralisée 	Eau moderne
9BC	Terrane de Morin	Confinée	<ul style="list-style-type: none"> • Ca-HCO₃ • pH basique • Forte valeur de conductivité • Fortes concentrations en bicarbonates et matières dissoutes totales 	Eau moderne
9BL	Terrane de Morin	Libre	<ul style="list-style-type: none"> • Ca-HCO₃ • Environ 12,8 ans • Forte concentration en calcium • Eau peu minéralisée 	Eau moderne
9CC	Suites intrusives	Confinée	<ul style="list-style-type: none"> • Ca-HCO₃ • Forte concentration en phosphore inorganique • Dépassement en manganèse • Eau peu minéralisée 	Eau moderne
9CL	Suites intrusives	Libre	<ul style="list-style-type: none"> • Ca-HCO₃ • Environ 7,7 ans • pH neutre • Forte concentration en bicarbonates 	Eau moderne
10C	Grès	Confinée	<ul style="list-style-type: none"> • Na-HCO₃ • Fortes concentrations en fer, phosphore, bicarbonates et matières dissoutes totales • Dépassement en fluorures 	Cet aquifère semble renfermé des eaux très évoluées
11C	Calcaire	Confinée	<ul style="list-style-type: none"> • Na-HCO₃ • Environ 16 169 ans • pH basique • Forte valeur de conductivité • Fortes concentrations en chlorures, magnésium, sodium, phosphore et bicarbonates • Dépassements en fluorures, fer et matières dissoutes totales 	<p>Cet aquifère semble renfermé des eaux très évoluée et très âgée. Toutefois, les chlorures semblent provenir de sources anthropiques puisque les concentrations en bromures sont faibles.</p> <p>Eau de plus de 10 000 ans</p>
12C	Shale	Confinée	<ul style="list-style-type: none"> • Na-Anions mixtes (Cl-HCO₃) • Environ 30 386 ans (âge surestimé) • pH légèrement basique • Très fortes valeurs de conductivité • Très fortes concentrations en bromures, magnésium, calcium, dureté et bicarbonates • Dépassements en chlorures, fer, manganèse, sodium et matières dissoutes totales 	<p>Cet aquifère semble renfermé des eaux saumâtres, âgées et très évoluées. L'ancienne mer de Champlain peut être en lien avec les fortes concentrations de plusieurs paramètres. (Un seul échantillon récolté)</p> <p>Eau de plus de 10 000 ans</p>

6.2 Modèle conceptuel de l'origine et de l'évolution des eaux souterraines

Les analyses statistiques multivariées ont permis de distinguer 11 groupes hiérarchiques qui ont été regroupés en sept groupes en fonction de leurs similarités géochimiques et isotopiques. Ce sont ces regroupements (RG1 à RG7) qui ont été utilisés pour la réalisation du modèle conceptuel (figure 6.1).

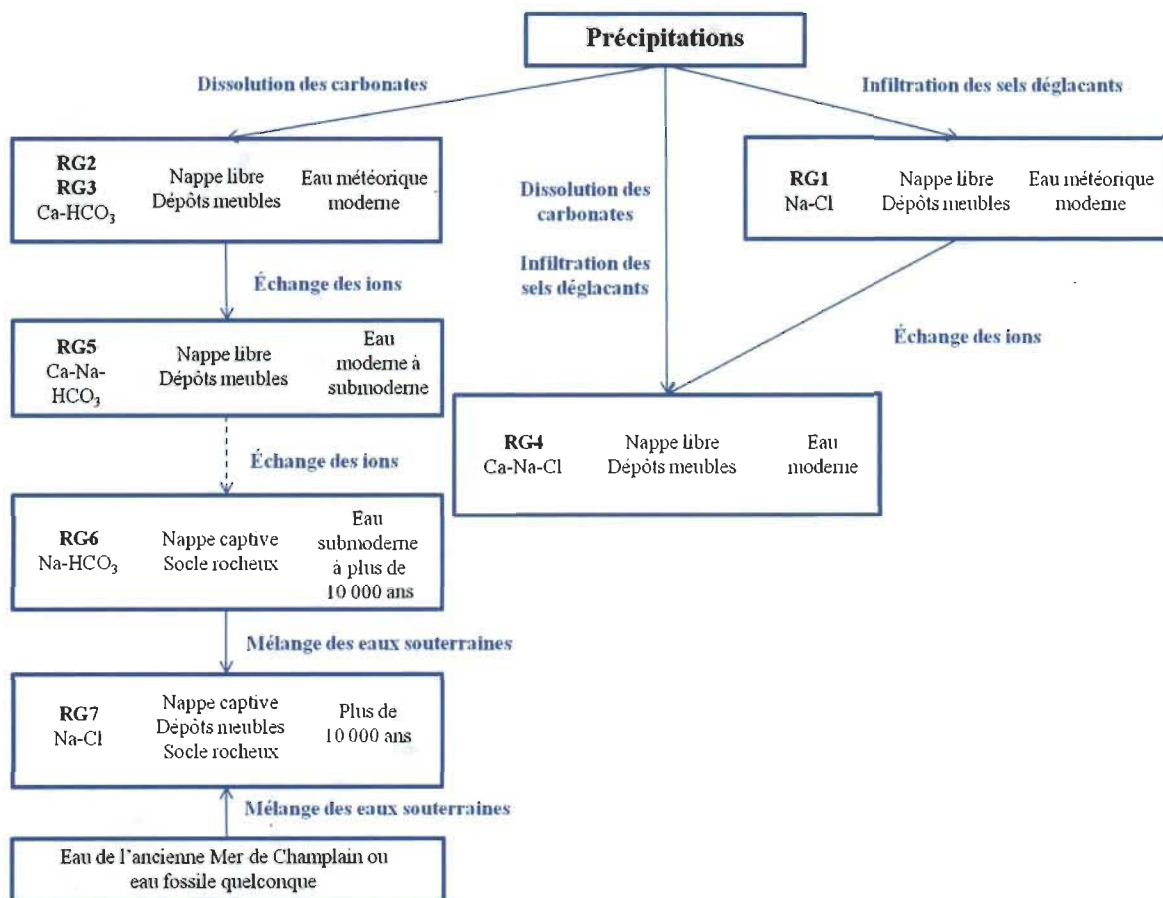


Figure 6.1 Modèle conceptuel de l'origine et de l'évolution des eaux souterraines du sud-ouest de la Mauricie.

Le modèle conceptuel du sud-ouest de la Mauricie se résume en quatre étapes. D'abord, les précipitations sous forme de pluie et de neige s'infiltrant dans les zones préférentielles de recharge. Ces zones sont surtout caractérisées par des alluvions actuelles, des sédiments deltaïques et des sédiments littoraux en conditions de nappe libre. À ce premier stade, les précipitations constituent des eaux météoriques modernes.

La dissolution des carbonates représente la deuxième étape du modèle conceptuel. Cette réaction chimique est expliquée par l'équation suivante; $\text{CaCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+} + 2\text{HCO}_3^-$ (Appelo et Postma, 1999). La dissolution des calcites par l'action de l'eau et du CO_2 , provenant de la respiration et de la décomposition de la matière organique dans les sols (Appelo et Postma, 1999; Cloutier *et al.*, 2010), libère des ions Ca^{2+} et HCO_3^- dans l'eau souterraine. Cette dissolution constitue une des premières réactions chimiques dans les eaux souterraines et s'effectue principalement dans les zones de recharge (Cloutier, 2004; Cloutier *et al.*, 2006; 2010). Les eaux dans ces zones sont caractérisées par le type Ca- HCO_3 (RG2 et RG3) et sont peu minéralisées (figure 5.7). Les données provenant de l'analyse du tritium, de l'oxygène 18 et du deutérium indiquent que ces regroupements renferment des eaux météoriques modernes, soit de moins de neuf ans. Parallèlement, les regroupements 1 et 4 sont à la fois sous l'influence de la dissolution des carbonates, mais également sous l'influence de l'infiltration des sels déglaçants contribuant à l'augmentation des ions Na^+ et Cl^- dans les eaux souterraines. Les sels les plus communs sont le chlorure de sodium (NaCl), le chlorure de calcium (CaCl_2), le chlorure de magnésium (MgCl_2) et le chlorure de potassium (KCl) (Charbonneau, 2006). Les échantillons de ces deux groupes sont davantage situés dans des dépôts meubles en condition de nappe libre. Ces derniers renferment donc des eaux peu âgées (moins de six ans) et minéralisées (fortes concentrations en sodium et en chlorures). Le RG1 contient des concentrations plus élevées en sodium et en chlorures que le RG4, tandis que ce dernier contient des concentrations plus élevées en calcium (figures 5.8, 5.9 et 5.10). La qualité d'eau du RG4 peut donc être le résultat direct de la dissolution des carbonates ainsi que de l'infiltration des sels déglaçants, ou encore le résultat de l'évolution du type Na-Cl (GR1) vers le type Na-Ca-Cl dû aux échanges d'ions. Tout comme les regroupements 1

et 4, le RG5 semble être à la fois sous l'influence de la dissolution des carbonates ainsi que sous l'influence des contaminations anthropiques. Le regroupement 5 renferme des eaux modernes (environ trois ans) à submodernes, mais généralement plus minéralisées. Toutefois, le RG5 possède des concentrations en chlorures moins élevées que les regroupements 1 et 4.

Les échanges ioniques entre les différents groupes représentent la troisième étape. Le type d'eau dominant de RG6, Na-HCO₃, semble être l'évolution du type Ca-HCO₃ vers le type Na-HCO₃ dus aux échanges ioniques. En effet, l'augmentation des concentrations en Na⁺ combiné à la diminution du Ca²⁺, suggère que l'échange entre les ions Ca²⁺_{eau} et le Na⁺_{minéral} est responsable de l'évolution du type Ca-HCO₃ (RG2 et RG3) vers le type Ca-Na-HCO₃ (RG5) (Thorstenson *et al.*, 1979; Chapelle et Knobel, 1983; Henderson, 1985) et éventuellement vers le type Na-HCO₃ (RG6) (Cloutier *et al.*, 2004; 2006; 2010). La réaction d'échange ionique est écrite comme suit; $\frac{1}{2} \text{Ca}^{2+} + \text{Na-X} \rightarrow \frac{1}{2} \text{Ca-X}_2 + \text{Na}^+$, où X représente le minéral échangeur (Appelo et Postma, 1999). Une eau de recharge possédant de fortes concentrations en Ca²⁺ ainsi que la présence d'un minéral caractérisé par de fortes teneurs en Na⁺ et par une bonne capacité d'échange cationique représente des conditions idéales pour les échanges ioniques dans les eaux souterraines (Cloutier *et al.*, 2010). Ces échanges ioniques entre les trois types d'eau sont bien démontrés dans les figures 5.7 et 5.8. Les concentrations en bicarbonates demeurent cependant sensiblement les mêmes pour les trois types. Les données de tritium et de carbone 14 indiquent que le RG6 renferme des eaux beaucoup plus âgées, soit de submoderne à plus de 10 000 ans, et très minéralisées. Ces eaux se trouvent majoritairement dans le socle rocheux en condition de nappe captive. Le type Na-HCO₃ (RG6) peut donc être le résultat de l'évolution du type Ca-Na-HCO₃ (RG5) en condition de nappe libre ou tout simplement l'évolution de l'eau dans sa voie d'écoulement en condition confinée.

Finalement, la quatrième étape est caractérisée par le mélange des eaux souterraines. Le regroupement 7 renferme des eaux très âgées et très minéralisées. Selon Freeze et Cherry (1979), l'eau douce est caractérisée par une concentration en MDT

inférieure à 1000 mg/L. Toujours selon le même auteur, une eau saumâtre contient des concentrations en MDT entre 1000 et 10 000 mg/L et plus de 10 000 mg/L pour une eau salée. Des concentrations en MDT de 18 841 mg/L ont été notées pour le RG7 indiquant ainsi que ce regroupement renferme des eaux salées. Les échantillons de ce regroupement se trouvent autant dans les dépôts meubles que dans le socle rocheux en condition de nappe captive. De plus, le ratio Cl/Br a été utilisé afin d'identifier l'origine de l'eau souterraine salée (Richter *et al.*, 1993; Vengosh *et al.* 2002; Cloutier *et al.*, 2010). Ce ratio a démontré une tendance linéaire entre les concentrations en chlorures et en bromures pour le RG7 (figure 5.11). Les chlorures sont donc d'origine marine (chlorures profonds) et sont probablement en lien avec l'invasion de l'ancienne mer de Champlain ou l'invasion d'une eau provenant d'une formation géologique plus ancienne. Selon les travaux de Hem (1985) et de Cloutier *et al.* (2010), la composition de l'eau de mer pure serait de 19 000 mg/L pour les chlorures et de 67 mg/L pour les bromures tandis que la composition de l'eau de l'ancienne mer de Champlain serait de 6 500 mg/L pour les chlorures et de 23 mg/L pour les bromures. Ces rapports sont exprimés par la ligne de dilution dans la figure 5.11. Les échantillons du RG7 se situent tous près de la ligne de dilution. Deux échantillons sur quatre présentent des concentrations en chlorures et en bromures similaires à celle de l'ancienne mer de Champlain, tandis que les deux autres présentent des concentrations plus élevées en bromures que l'eau de mer pure. Les deux échantillons possédant de moins fortes concentrations en chlorures et en bromures semblent être constitués d'eau de mer diluée, soit le résultat du mélange entre une eau qui s'est enrichie en ions le long de sa voie d'écoulement et une eau salée reliée à l'ancienne mer de Champlain. Les deux autres échantillons, présentant un enrichissement en bromures par rapport aux concentrations en chlorures ainsi qu'un ratio Cl/Br inférieur à celui de l'eau de mer, semblent plutôt être le résultat d'un mélange d'une eau saumâtre reliée au lessivage des couches d'argile marine ou, encore d'un mélange d'une eau provenant de formations géologiques plus anciennes. Il est toutefois important de noter que les concentrations en chlorures et en bromures de la mer de Champlain ont été tirées de l'étude de Cloutier *et al.*, 2010. Par conséquent, ces résultats sont propres au territoire des Basses-Laurentides et ne sont pas nécessairement représentatifs des conditions prévalant au sud-ouest de la Mauricie.

CONCLUSION

Le projet de recherche, qui s'inscrit directement dans le projet de caractérisation des eaux souterraines au sud-ouest de la Mauricie, avait pour objectifs : 1) d'identifier et cartographier les dépassements de critères de qualité des eaux souterraines, 2) d'identifier et cartographier les sources potentielles de contamination des eaux souterraines, 3) de déterminer l'influence des contextes hydrogéologiques et géologiques sur la géochimie des eaux souterraines, 4) d'évaluer les taux de renouvellement des principaux aquifères et 5) de présenter un modèle conceptuel de l'évolution hydrogéochimique des eaux souterraines du sud-ouest de la Mauricie.

Des problématiques particulières au niveau de la qualité de l'eau ont été identifiées sur le territoire à l'étude. Près de 57 % des puits dépassaient au moins une des normes applicables pour les paramètres géochimiques alors que pour les paramètres bactériologiques, 39 % de dépassements des normes applicables ont été notés. Les contaminations microbiologiques sont la principale problématique sur le territoire. Ces dépassements mettent en évidence le manque de sensibilisation des propriétaires en ce qui concerne l'aménagement et l'entretien de leur puits. En effet, près de 50 % des propriétaires confirmaient qu'ils n'étaient pas au fait des procédures à suivre pour nettoyer ou pour décontaminer leur puits, ou encore ils ignoraient l'existence des documents mis à leur disposition sur le site internet du MDDEFP. Il serait donc pertinent de mettre en place un programme de sensibilisation et de surveillance des puits privés afin de diminuer le nombre de dépassements bactériologiques.

Les résultats de cette étude ont également démontré que les aquifères à nappe libre semblent davantage vulnérables aux sources de contamination de surface que les aquifères en condition confinée. En effet, plusieurs de ces aquifères présentent de fortes teneurs en chlorures, en fer, en manganèse, en nitrites-nitrates, en coliformes totaux, en coliformes fécaux, en bactéries *E. coli*, en bactéries atypiques et en bactéries entérocoques. Les causes de ces fortes concentrations dans les eaux souterraines sont

reliées à des facteurs anthropiques à l'échelle locale, notamment les sels déglacants pour les chlorures, les activités agricoles pour les nitrites-nitrates, les fosses septiques non conformes pour les bactéries, etc.

Les aquifères à nappe libre renferment des eaux souterraines moins âgées, moins évoluées et moins minéralisées que les aquifères à nappe captive. Ils ont des taux de renouvellement rapides. Il est donc important de protéger leurs zones de recharge.

Au niveau de la géochimie, 10 types d'eau dominants ont été identifiés sur le territoire, dont le type Ca-HCO_3 qui est le plus récurrent. Ce type d'eau se situe surtout dans les zones de recharge et est lié à la dissolution des carbonates. Après le type Ca-HCO_3 , les types Na-Cl , Na-HCO_3 , Ca-Cl et Ca-SO_4 sont les plus récurrents au sud-ouest de la Mauricie. Ces faciès géochimiques semblent être influencés par le contexte hydrogéologique (type de nappe et type d'aquifère recoupé) plutôt que par le contexte géologique. De plus, l'utilisation des analyses en composante principale et des analyses de groupe hiérarchique a permis de classifier les échantillons et de développer un modèle conceptuel de l'évolution et de l'origine des eaux souterraines. Ce dernier a été créé afin de schématiser l'écoulement régional des eaux souterraines du sud-ouest de la Mauricie.

Les isotopes stables et radioactifs ont démontré que les aquifères de la Mauricie renferment des eaux datant de quelques années, soit une eau météorique moderne, à plusieurs milliers d'années, soit l'eau reliée à l'ancienne mer de Champlain ou encore, au mélange d'une eau provenant de formations géologiques plus anciennes. Les résultats provenant de l'analyse du tritium, de l'oxygène 18 et du deutérium ont permis de mettre en évidence les échantillons d'eau beaucoup moins âgés possédant de grands taux de renouvellement. Le carbone 13 et le carbone 14, quant à eux, ont mis en évidence les échantillons possédant des eaux souterraines beaucoup plus âgées (plus de 10 000 ans) et caractérisées par de faibles taux de renouvellement.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AitLasri, R. (1997). *De l'identification des aquifères contaminés par le manganèse et le fer*. Université de Pierre et Marie CURIE. Anjou Recherche. Paris VI. 57 p.
- Amberger, A. et Schmidt, H-L. (1987). *Natürliche Isotopengehalte von Nitrat als Indikatoren für dessen Herkunft (Natural isotope abundance of nitrate as an indicator of its origin)*. Geochim. Et Cosmochim. Acta, 51: 2699-2705.
- Appelo, C.A.J. et Postma, D. (1999). *Geochemistry, groundwater and pollution*. Rotterdam: Balkema - 111.
- Back, W. (1966). *Hydrochemical facies and ground-water flow patterns in northern part of Atlantic Coastal Plain*. U.S. Geological Survey Professional, Paper 498-A.
- Blanchette, D., Lefebvre, R., Nastev, M. et Cloutier, V. (2010). *Groundwater quality, geochemical processes and groundwater evolution in the Chateauguay River watershed, Quebec, Canada*. Canadian Water Resources Journal 35(4): 503-526.
- Blanchette, D. et Cloutier, V. (2010). *Protocole officiel de prélèvement d'échantillons d'eau souterraine*. Programme d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines au Québec. 16 p.
- Bolduc, A. (1999a). *Géologie des formations superficielles, région de Trois-Rivières, Québec*. Commission géologique du Canada, Dossier public 2994, échelle 1/50 000.
- Bolduc, A. (1999b). *Géologie des formations superficielles, région de Shawinigan, Québec*. Commission géologique du Canada, Dossier public 2995, échelle 1/50 000.
- Böttcher, J., Strebel, O., Voerkelius, S. et Schmidt, H-L. (1990). Using isotope fractionation of nitrate-nitrogen and nitrate-oxygen for evaluation of microbial denitrification in a sandy aquifer. Journal of hydrology, 114: 413-424.
- Bouchard, F. M., Sauvé, S., Barbeau, B., Legrand, M., Brodeur, M.E., Bouffard, T., Limoges, E., C. Bellinger, D. et Mergler, D. (2011). *Intellectual Impairment in School-Age Children Exposed to Manganese from Drinking Water*. Environ Health Perspect, 119: 138-143.
- Chapelle, F.H. et Knobel, L.L. (1983). *Aqueous geochemistry and the exchangeable cation composition of glauconite in the Aquia Aquifer, Maryland*. Ground Water, 21(3), 343-352.

- Charbonneau, P. (2006). *Sels de voirie : une utilisation nécessaire, mais lourde de conséquences*. Le Naturaliste Canadien. Vol.130, no 1. p. 75-81.
- Charrois, J.W.A. (2010). *Private drinking water supplies: challenges for public health*. Canadian Medical Association, Journal 182: 1061-1064.
- Chartrand, J., Levallois, P., Gauvin, D., Gingras, S., Rouffignat, J. et Gagnon, M-F. (1999). *La contamination de l'eau souterraine par les nitrates à l'île d'Orléans*. Vecteur Environnement. Vol. 32, no 1, janvier. p. 37-46.
- Clark, I.D. et Fritz, P. (1997). *Environmental Isotopes in Hydrogeology*. Lewis Publishers, New York.
- Clark, T H, et Globensky, Y. (1976). *Région de Trois-Rivières, Cantons de Bruyères, Cap-de-la-Madeleine, Caxton, Dumontieur, Godfroy, Grandpré, Hunterstown, Yamachiche, Marsolet, Nicolet, Pointe-du-Lac, Rivière-du-Loup, Roquetaillade, Shawinigan, Saint-Maurice, Ste-Marguerite*. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, RG 164, 87 p., 1 carte, 1 : 63 360.
- Cloutier, V. (2004). *Origin and geochemical evolution of groundwater in the Paleozoic Basses-Laurentides sedimentary rock aquifer system, St. Lawrence Lowlands, Québec, Canada*. PhD Thesis, INRS-Eau, Terre & Environnement, Québec, Canada.
- Cloutier, V., Lefebvre, R., Savard, M.M. et Therrien, R. (2010). *Desalination of a sedimentary rock aquifer system invaded by Pleistocene Champlain Sea water and processes controlling groundwater geochemistry*. Environmental Earth Science, 59(5): 977-994.
- Cloutier, V., Lefebvre, R., Savard, M.M., Bourque, É. et Therrien, R. (2006). *Hydrogeochemistry and groundwater origin of the Basses-Laurentides sedimentary rock aquifer system, St. Lawrence Lowlands, Québec, Canada*. Hydrogeology Journal, 14 (4): 573-590.
- Cloutier, V., Lefebvre, R., Therrien, R. et Savard, M.M. (2008). *Multivariate statistical analysis of geochemical data as indicative of the hydrogeochemical evolution of groundwater in a sedimentary rock aquifer system*. Journal of Hydrology, 353(3-4): 294-313.
- COBARIC et UPA (2008). *Atlas des eaux souterraines du bassin versant de la rivière Chaudière : secteurs de la Basse-Chaudière et de la Moyenne-Chaudière*. CD-Rom.

- Coleman, M.L., Shepherd, T.J., Durham, J.J., Rouse, J.E. et Moore, G.R. (1982). *Reduction of water with zinc for hydrogen isotope analysis*. Analytical Chemistry, 54: 993-995.
- Conboy, M. J. et Goss, M.J. (2000). Identification of an assemblage of indicator organisms to assess timing and source of bacterial contamination in groundwater. Water, Air, & Soil Pollution, 129(1-4): 101-118.
- Côté, M-J., Lachance, Y., Lamontagne, C., Nastev, M., Plamondon, R. et Roy, N. (2006). *Atlas du bassin versant de la rivière Châteauguay*. Collaboration étroite avec la Commission géologique du Canada et l'Institut national de la recherche scientifique – Eau, Terre et Environnement. Québec : ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs. 64 p.
http://www.ceaeq.gouv.qc.ca/documents/publications/guides_ech.htm
- Craig, H. (1961). *Isotopic variations in meteoric waters*. Science 133, p. 1702-1703.
- Delisle, R. (1999). Autoroute 40 – Cap-de-la-Madelaine : étude de la contamination de la nappe aquifère par les sels déglaçants. Ministère des Transports du Québec. Projet no 20-6373-9501.
- Denis, R. (1974). *Late quaternary geology and geomorphology in the lake maskinonge area, quebec*. Uppsala, Uppsala Universitet.
- Denis, R. (1976). *Rapport Géologique 168 - Région de Saint-Gabriel-de-Brandon*. Ministère des Richesses naturelles du Québec.
- Di Ruggiero, J. et Gounot, A.M. (1990). *Microbial manganese reduction mediated by bacterial strains isolated from aquifer sediments*. In: Micob. Ecol. 20, page 53-63.
- Eberts, S.M. et George, L.L. (2000). *Regional ground-water flow and geochemistry in the Midwestern Basins and Arches Aquifer System in parts of Indiana, Ohio, Michigan, and Illinois*. U.S. Geological Survey Professional Paper 1423-C.
- Edberg, S.C., LeClerc, H. et Robertson, J. (1997). *Natural Protection of Spring and Well Drinking Water Against Surface Microbial Contamination. II. Indicators and Monitoring .Parameters for Parasites*. Microbiology. 23(2): 179-206.
- Fagnan, N., Lefebvre, R., Michaud, Y., Larose-Charrette, D. et Girard, F. (2003). *Caractérisation hydrogéologique; dans Guide méthodologique pour la cartographie hydrogéologique régionale des aquifères granulaires*. Ministère du Développement Durable, de l'Environnement et des Parcs. pp. 55-70.

- Fagnan, N., Michaud, Y., Lefebvre, R., Boisvert, E., Parent, M., Martel, R., Paradis, D. et Larose-Charrette, D. (1998). *Cartographie hydrogéologique régionale du piémont laurentien dans la MRC de Portneuf : hydrostratigraphie et piézométrie des aquifères granulaires de surface*. Commission géologique Canada.
- Freeze, R.A. et Cherry, J.A. (1979). *Groundwater*. Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New-Jersey.
- Gadd, N.R. (1971). *Carte 1197A Géologie des dépôts meubles la partie centrale des Basses-Terres-du Saint-Laurent, échelle 1/125 000*. Commission Géologique du Canada, Mémoire 359, 154 p. Échelle 1/125 000.
- Gélinas, P. et Locat, J. (1988). *Effets des sels déglaçants sur la qualité de l'eau de l'aquifère de Trois-Rivières Ouest*. Ministère des Transports du Québec. Direction des sols et des matériaux. Rapport no RTQ-87-05, 120 p.
- Globensky, Y. (1987). *Géologie des Basses-Terres du Saint-Laurent*. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Québec. MM 85-02, 70 p., 1 carte, 1 : 250 000.
- Goldman, J.C., Porcella, D.B., Middlebrooks, E.J. et Toerien, D.F. (1972). *The effect of carbon on algal growth - its relationship to eutrophication*. Compte rendu. Water Ressource, 6: 637.
- Gosselin, D.C., Harvey, F.E. et Frost, C.D. (2001). *Geochemical evolution of ground water in the Great Plains aquifer of Nebraska: Implications for the management of a regional aquifer system*. Ground Water 39(1): 98-108.
- Hem, J.D. (1985) *Study and interpretation of the chemical characteristics of natural water*. US Geol Surv Water-Supply Paper 2254, 3rd edition.
- Henderson, T. (1985). *Geochemistry of ground water in two sandstone aquifer systems in the Northern Great Plains in parts of Montana, Wyoming, North Dakota, and South Dakota*. U.S. Geological Survey Professional Paper 1402-C.
- Hiscock, K.M., Dennis, P.F., Saynor, P.R. et Thomas, M.O. (1996). *Hydrochemical and stable isotope evidence for the extent and nature of the effective Chalk aquifer of north Norfolk, UK*. Journal of Hydrology, 180: 79-107.
- Hocq, M. et Dubé, C. (1994). *Géologie du Québec*. Les Publications du Québec.
- IAEA/WHO (2001). Global Network for isotopes in Precipitation. The GNIP database, <http://isohis.iaea.org>.

- Kreutzwiser, R., De Loë, R., Imgrund, K., Conboy, M.J., Simpson, H. et Plummer, R. (2011). *Understanding stewardship behaviour: Factors facilitating and constraining private water well stewardship*. Journal of Environmental Management, 92(4): 1104-1114.
- Lamarche, L. (2005). *Histoire Géologique Holocène du lac Saint-Pierre et de ses Ancêtres*. Mémoire présenté comme exigence partielle de la maîtrise en sciences de la terre Université du Québec à Montréal.
- Leblanc, Y., Légaré, G., Lacasse, K., Parent, M. et Campeau, S. (2013). Caractérisation hydrogéologique du sud-ouest de la Mauricie. Rapport déposé au ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs dans le cadre du Programme d'acquisition des connaissances sur les eaux souterraines du Québec. Département des sciences de l'environnement, Université du Québec à Trois-Rivières, 130 p.
- Légaré, G. (2013). *Hydrostratigraphie et modélisation géologique 3D du sud-ouest de la Mauricie*. Mémoire de maîtrise en sciences de l'environnement. Université du Québec à Trois-Rivières. 170 p.
- Létolle, R. (1980). *Nitrogen- 15 in the natural environment*. In: Fritz P & Fontes JC (Ed) Handbook of Environmental Isotope Geochemistry. Elsevier, Amsterdam, p. 407-433.
- Madison, R. J. et Brunett, J. D. (1985). *Overview of the occurrence of nitrates in groundwater of the United States*. U. S. Geological Survey. *Water Supply Paper*. 2275. p. 93-105.
- McCormack, R. (1983). *Étude hydrogéologique, rive nord du Saint-Laurent*, Québec, Ministère de l'Environnement, Direction générale des inventaires et de la recherche, Service des eaux souterraines.
- McNutt, R. H., Frape, S. K. et Dollar, P. (1987). *A strontium, oxygen and hydrogen isotopic composition of brines, Michigan and Appalachian Basins, Ontario and Michigan*. Appl Geochem, 2. p. 495-505.
- Ministère du Développement Durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs. Eau souterraine [En ligne], <http://www.MDDEFP.gouv.qc.ca/eau/inter.htm> (page consultée le 30 septembre 2012).
- Occhiotti, S. (2007). *The Saint-Narcisse morainic complex and early Younger Dryas events on the southeastern margin of the Laurentide Ice Sheet*. Géographie Physique et Quaternaire 61(2): 89-117.

- Ophori, D.U. et Tóth, J. (1989). *Patterns of ground-water chemistry, Ross Creek Basin, Alberta, Canada*. Ground Water, 27(1): 20-26.
- Panno, S.V., Hackley, K.C., Cartwright, K. et Liu, C.L. (1994). *Hydrochemistry of the Mahomet bedrock valley aquifer, East-Central Illinois: Indicators of recharge and ground-water flow*. Ground Water, 32(4): 591-604.
- Paradis, D., Bernier, P.J. et Levallois, P. (1991). *Qualité de l'eau souterraine dans la MRC de Portneuf*. Opérations régionales. Ministère de l'Environnement du Québec, ministère de l'Agriculture des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec, Département de santé communautaire du Centre hospitalier de l'université Laval. 13 p.
- Richter, B.C., Kreitler, C.W. et Bledsoe, B.E. (1993). *Geochemical techniques for identifying sources of ground-water salinization*. Boca Raton, FL: C. K. Smoley.
- Rivard, C., Deblonde, C., Michaud, Y., Boisvert, V., Carrier, C., Castonguay, S. et Lefebvre, R. (2005). *Hydrogeological Atlas of the South-Central Area of the Maritimes Carboniferous Basin*. Geological Survey of Canada. Open File 4884, 54 p. 1 CD-ROM.
- Rivard, C., Michaud, Y., Deblonde, C., Boisvert, V., Carrier, C., Morin, R.H., Calvert, T., Vigneault, H., Conohan, S., Lafebvre, R., Rivera, A. et Parent, M. (2008). *Canadian Groundwater Inventory: Regional hydrogeological characterization of the south-central of the Maritime Basin*. Geological Survey of Canada, Bulletin 589: 96 p.
- Rivers, T., Martignole, J., Gower, C.F. et Davidson, T. (1989). *New tectonic divisions of the Grenville province, southeast Canadian Shield*. Tectonics, 8: 63-84.
- Roy, N., Rousseau, N., Cantin, P., Cardinal, P. et Gélinas, P. (2004). *Étude sur la qualité de l'eau potable dans sept bassins versants en surplus de fumier et impacts potentiels sur la santé. Influence de la vulnérabilité des aquifères sur la qualité de l'eau des puits individuels dans la MRC de Montcalm*. Gouvernement du Québec.
- Rozanski K., Araguás- Araguás L. et Gonfiantini R. (1993). *Isotopic patterns in modern global precipitations. Climate change in continental isotopic records*. Geophysical monograph 78, American geophysical union, p. 1-36.
- Santé Canada. Recommandation pour la qualité de l'eau potable au Canada [En ligne], http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/pubs/water-eau/2012-sum_guide-res_recom/index-fra.php#t2 (page consultée le 30 septembre 2012).

- Savard, M.M., Somers, G., Smirnoff, A., Paradis, D., Bochove, E.V. et Liao, S. (2009). *Nitrate isotopes unveil distinct seasonal N-sources and the critical role of crop residues in groundwater contamination*. Journal of Hydrology. doi:10.1016/j.jhydrol.2009.11.033.
- Schoeller, H. (1955). *La classification géochimique des eaux*. 10 p.
- Simard, G. (1977). *Carbon 14 and tritium measurements of groundwaters in the Eaton river basin and the in Mirabel area, Quebec*. Can J Earth Sci., 14(10): 2325-2338.
- Statistique Canada. Statistiques par sujet. Agriculture. [En ligne], <http://www5.statcan.gc.ca/subject-sujet/index?lang=fra> (page consultée le 30 septembre 2012).
- Thorstenson, D.C., Fisher, D.W. et Croft, M.G. (1979). *The geochemistry of the Fox Hills-Basal Hell Creek Aquifer in Southwestern North Dakota and Northwestern South Dakota*. Water Resources Research, 15(6), 1479-1498.
- Vengosh, A., Gill, J., Davisson, M.L. et Hodson, G.B. (2002). *A multiisotope (B, Sr, O, H, and C) and age dating (^3H - ^3He and ^{14}C) study of groundwater from Salinas Valley, California: Hydrogeochemistry, dynamics, and contamination processes*. Water Resources Research, 38(1): 10.1029/ 2001WR000517.
- Vogel J.C. (1970). *Groningen radiocarbon dates IX*. Radiocarbon 12, p. 444-471.
- Walter, J. (2010). *Les eaux souterraines à salinité élevée autour du Lac Saint-Jean, Québec : Origine et incidences*. Mémoire de maîtrise en science de la terre. Université du Québec à Chicoutimi. 186 p.

ANNEXE A

CARTOGRAPHIE DE LA GÉOCHIMIE DES AQUIFÈRES DU SUD-OUEST DE LA MAURICIE

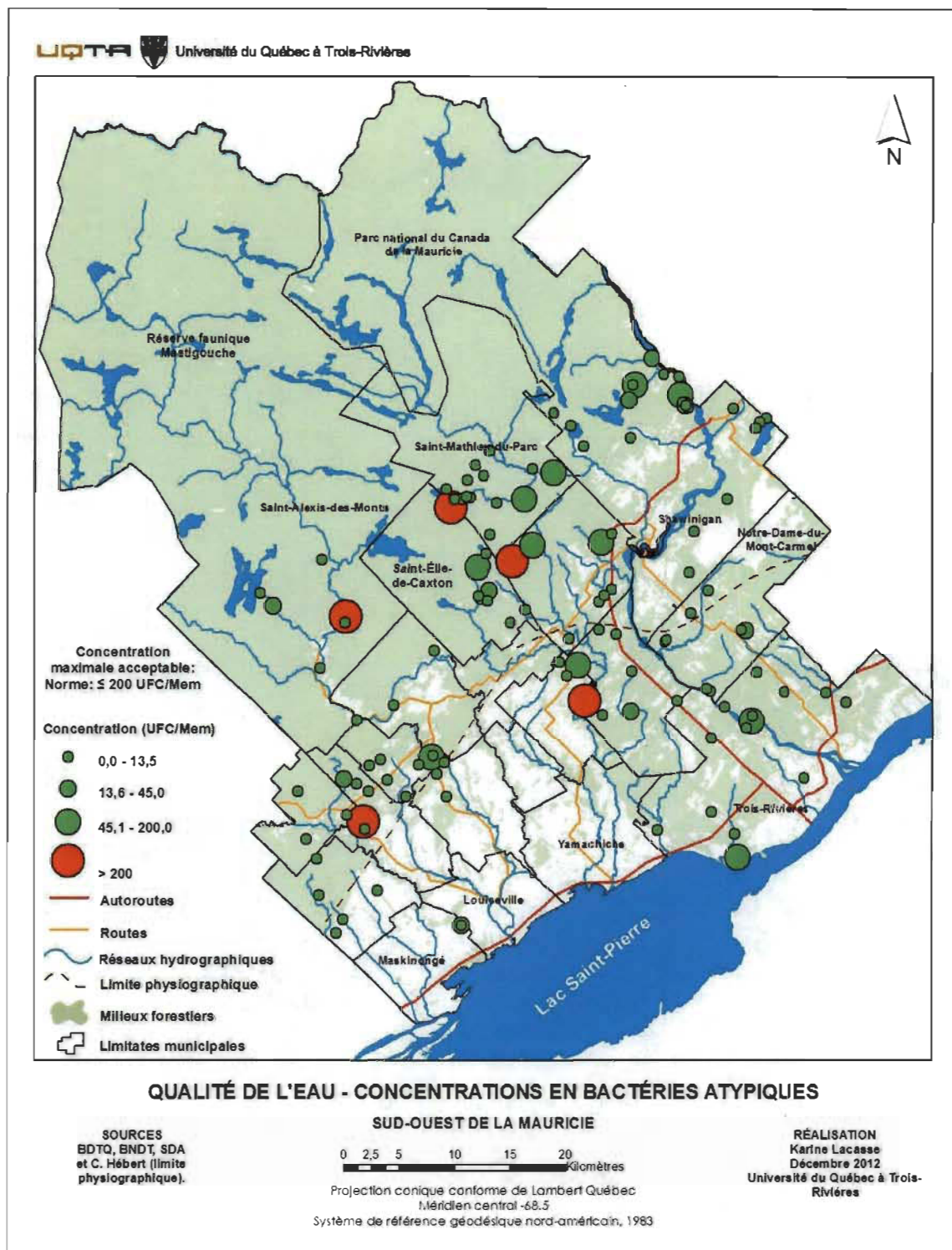


Figure A.1 Concentrations en bactéries atypiques dans les eaux souterraines du sud-ouest de la Mauricie.

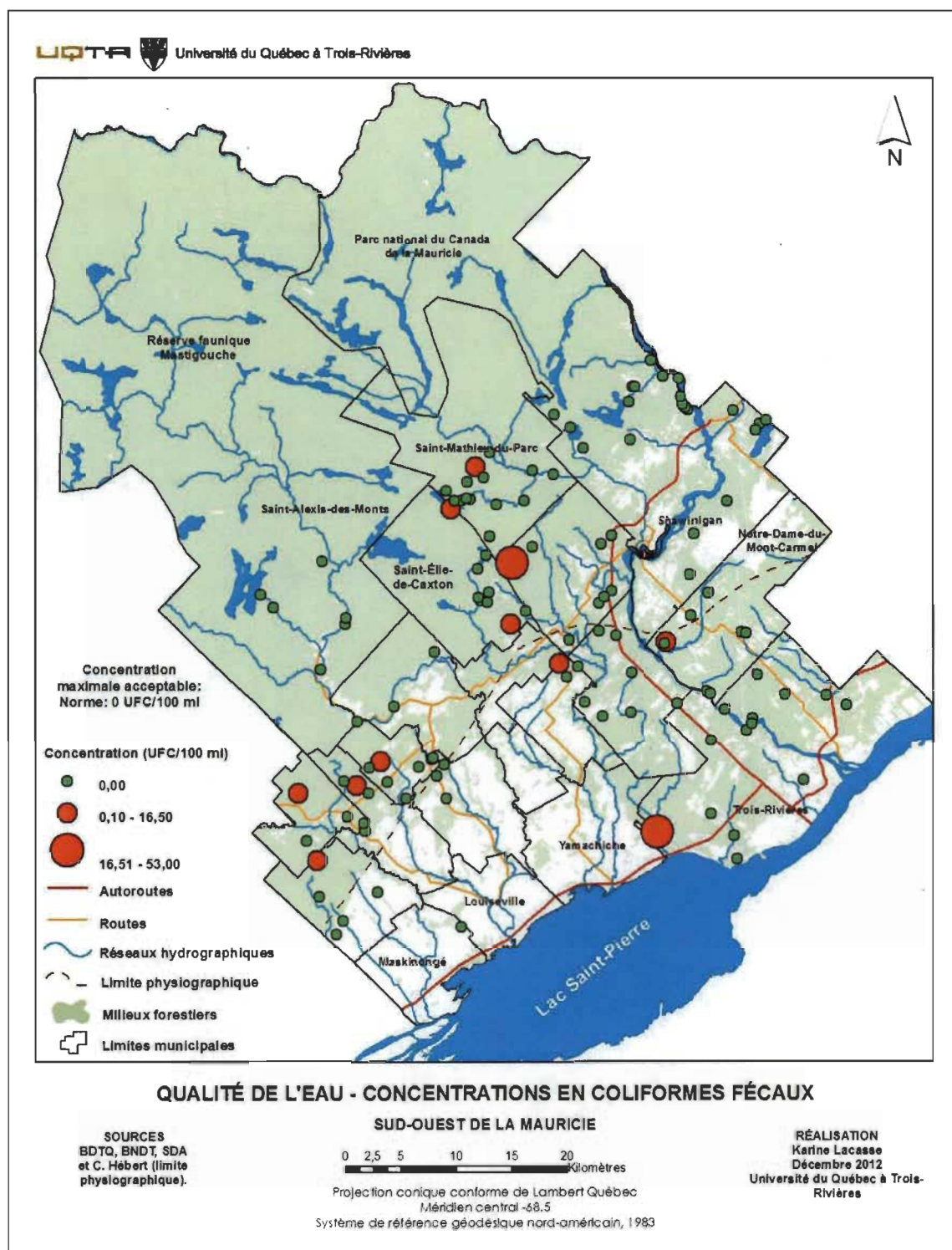


Figure A.2 Concentrations en coliformes fécaux dans les eaux souterraines du sud-ouest de la Mauricie.

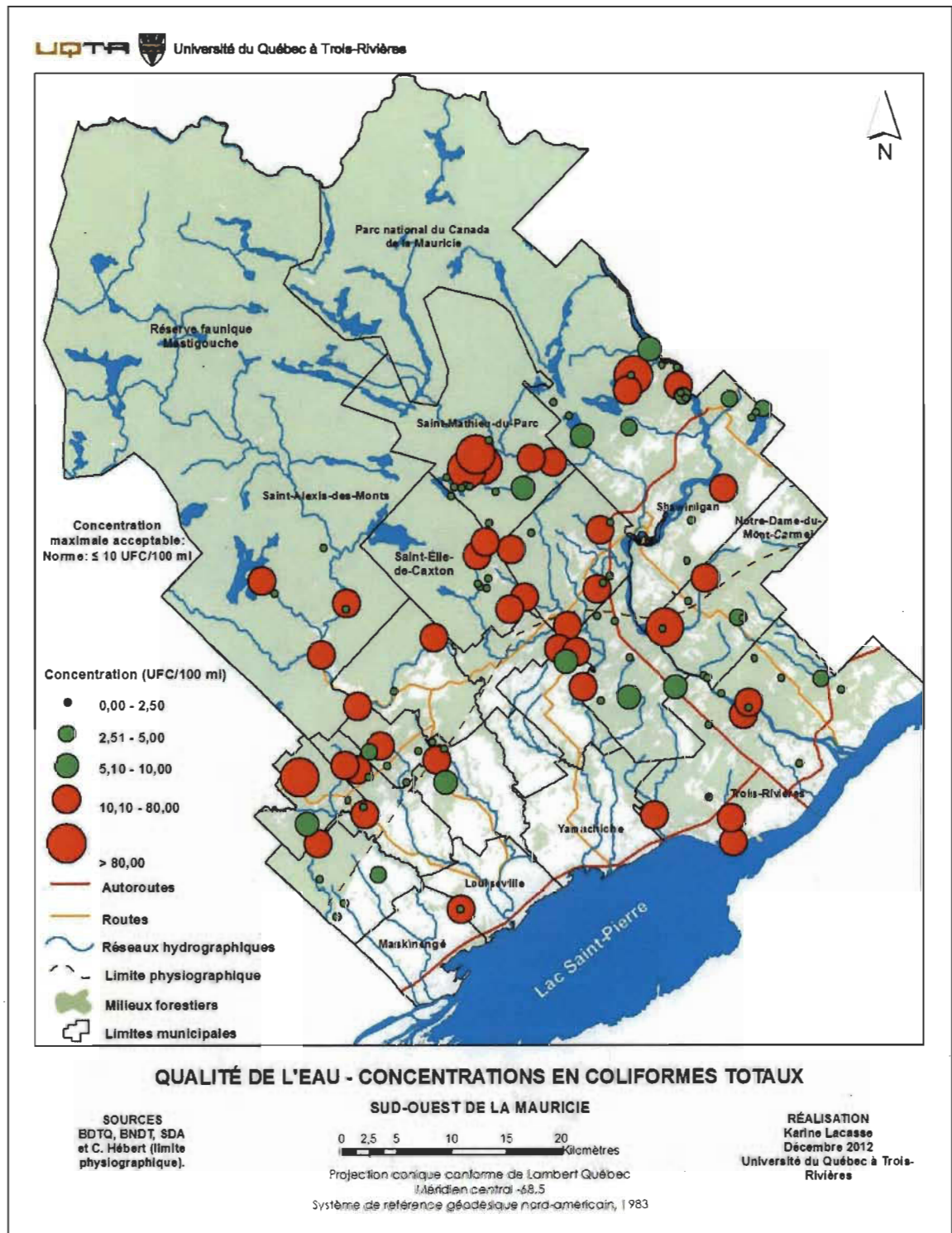


Figure A.3 Concentrations en coliformes totaux dans les eaux souterraines du sud-ouest de la Mauricie.

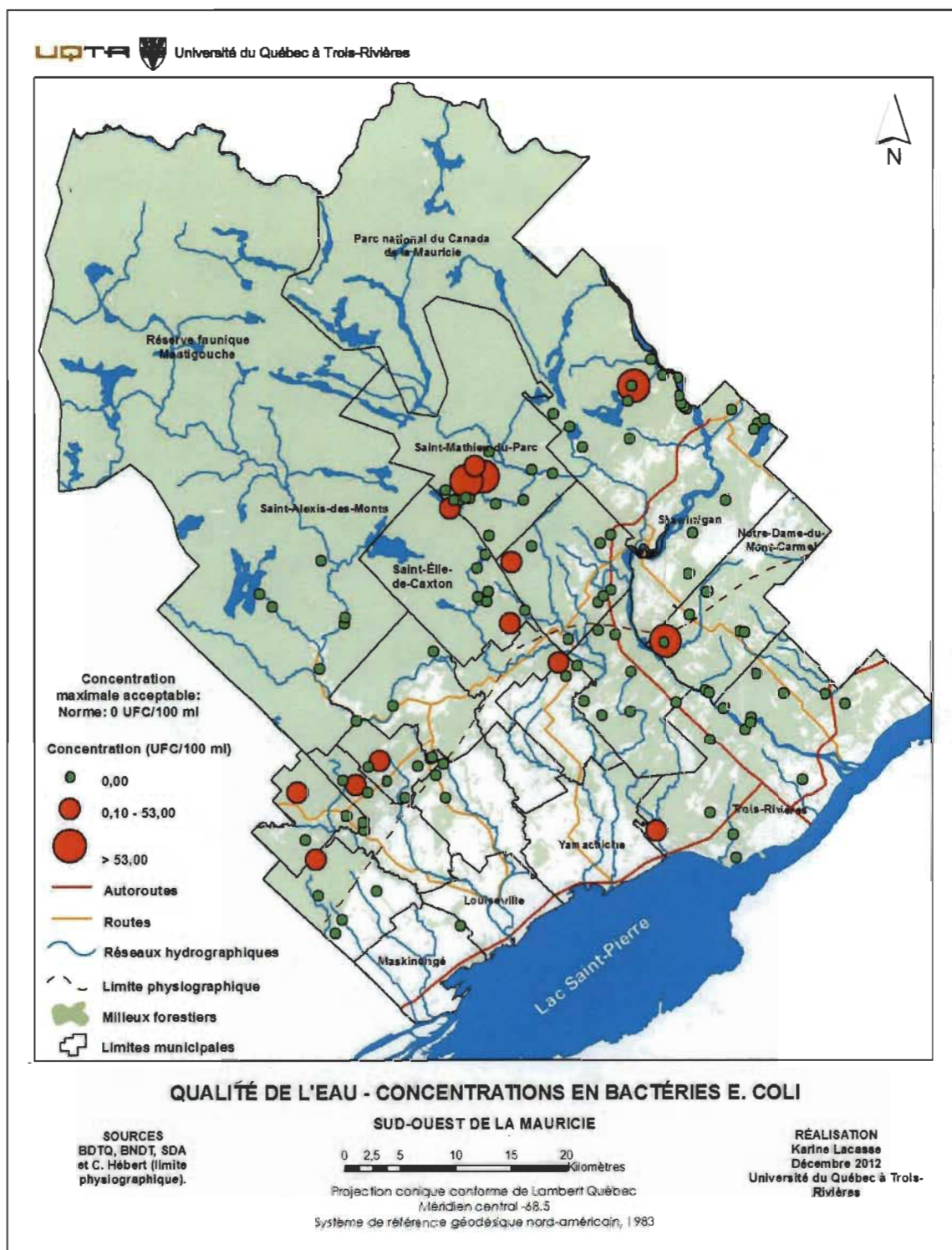


Figure A.4 Concentrations en bactéries *E. coli* dans les eaux souterraines du sud-ouest de la Mauricie.

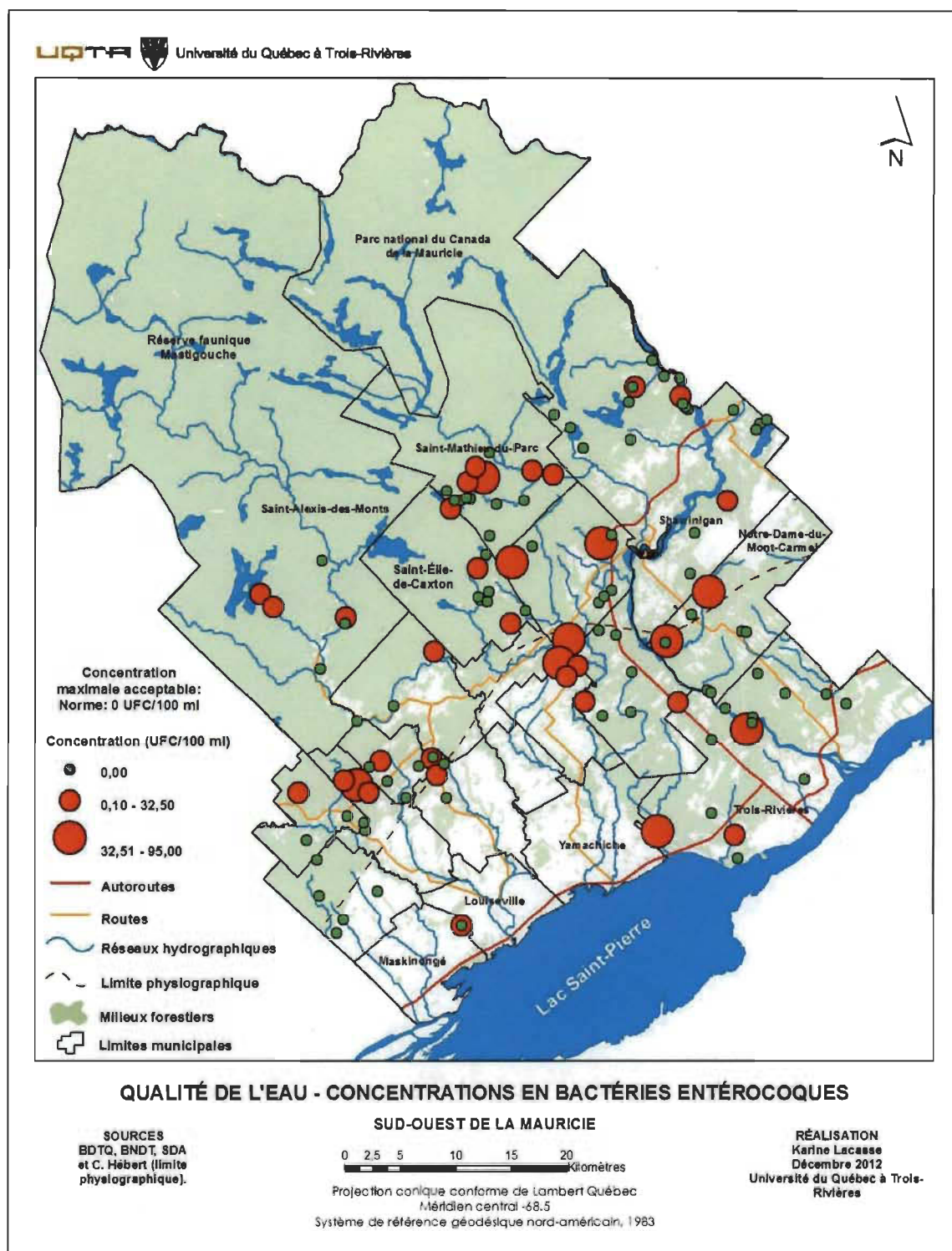


Figure A.5 Concentrations en bactéries entérocoques dans les eaux souterraines du sud-ouest de la Mauricie.

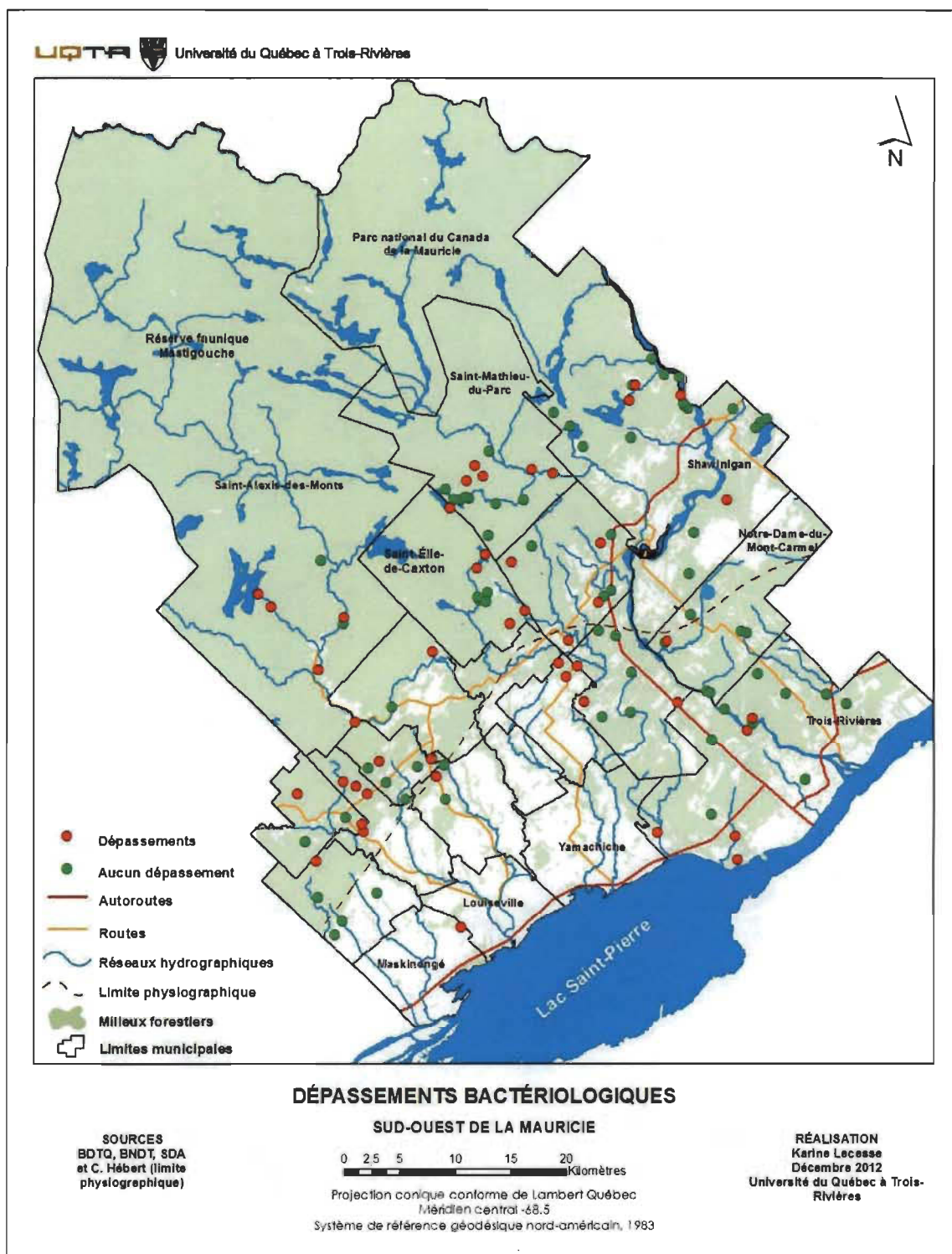


Figure A.6 Dépassements bactériologiques dans les eaux souterraines au sud-ouest de la Mauricie.

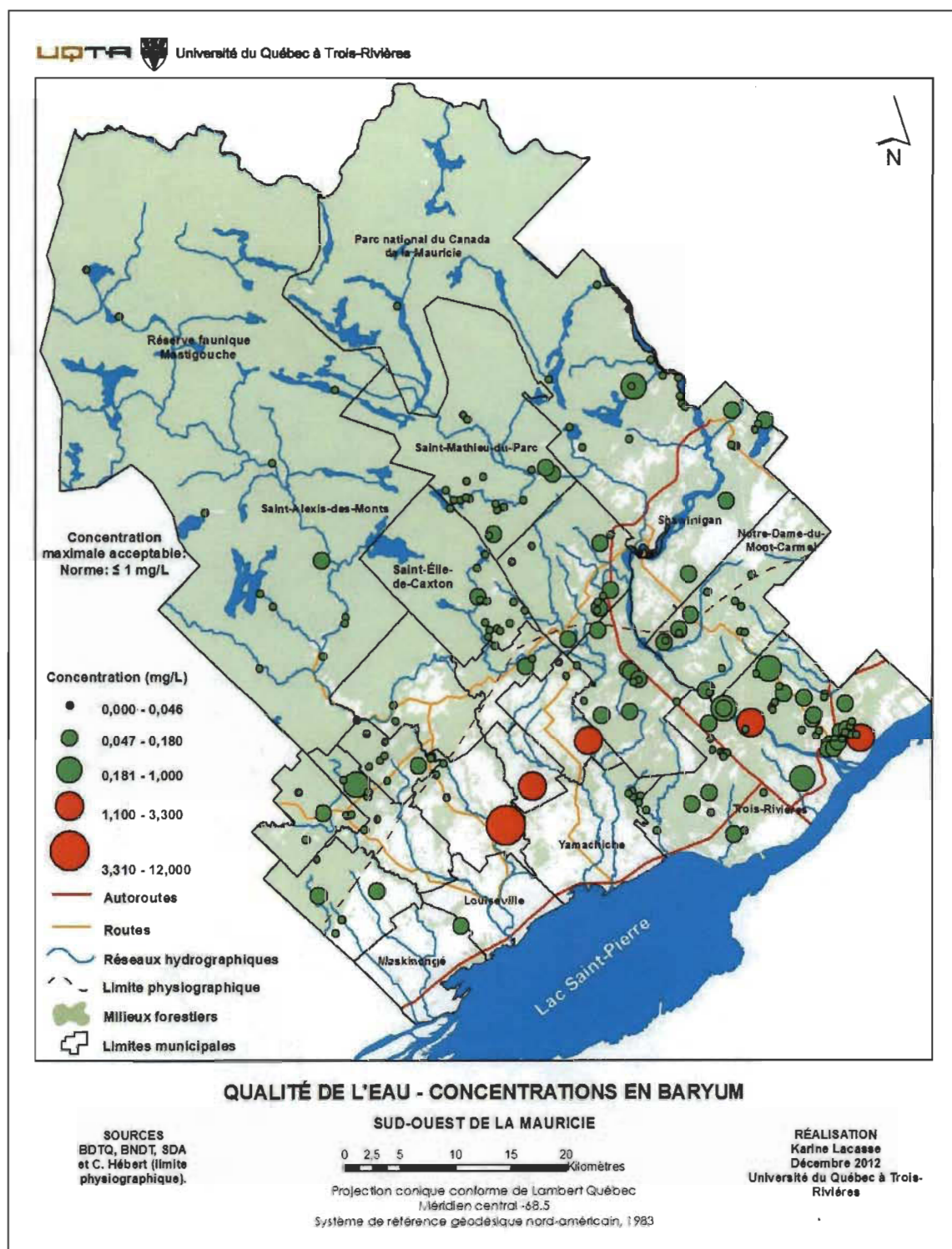


Figure A.7 Concentrations en baryum dans les eaux souterraines au sud-ouest de la Mauricie.

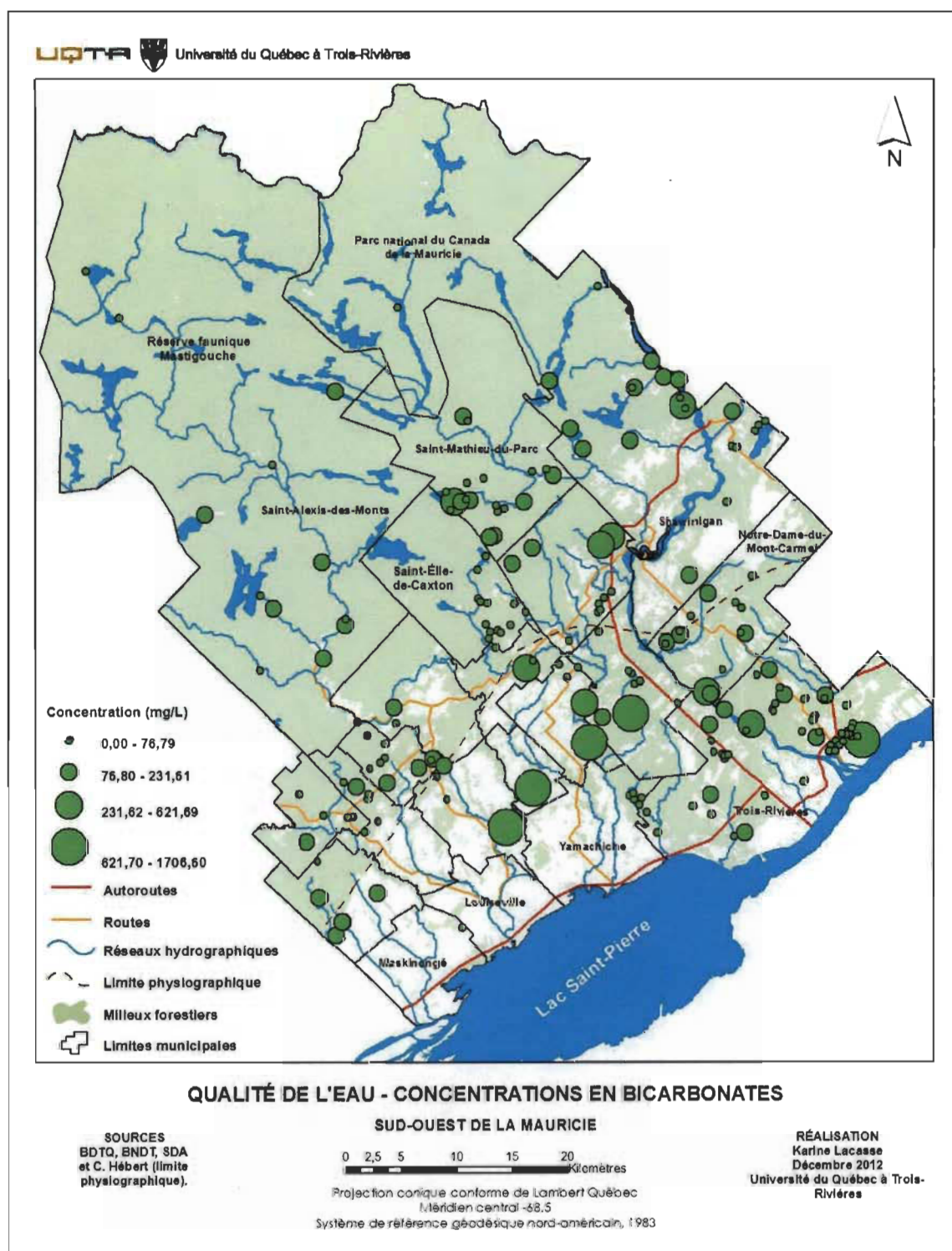


Figure A.8 Concentrations en bicarbonates dans les eaux souterraines du sud-ouest de la Mauricie.

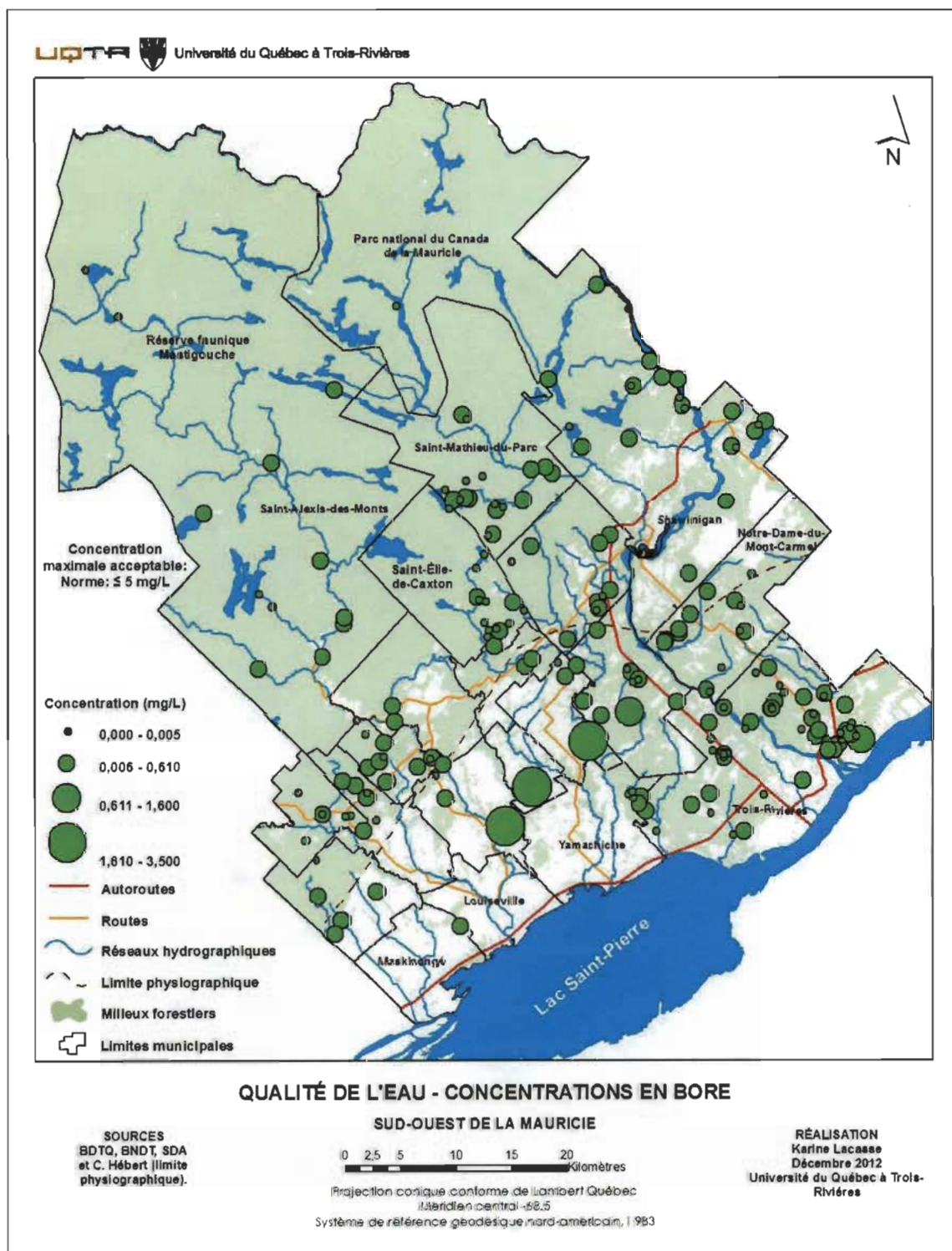


Figure A.9 Concentrations en bore dans les eaux souterraines du sud-ouest de la Mauricie.

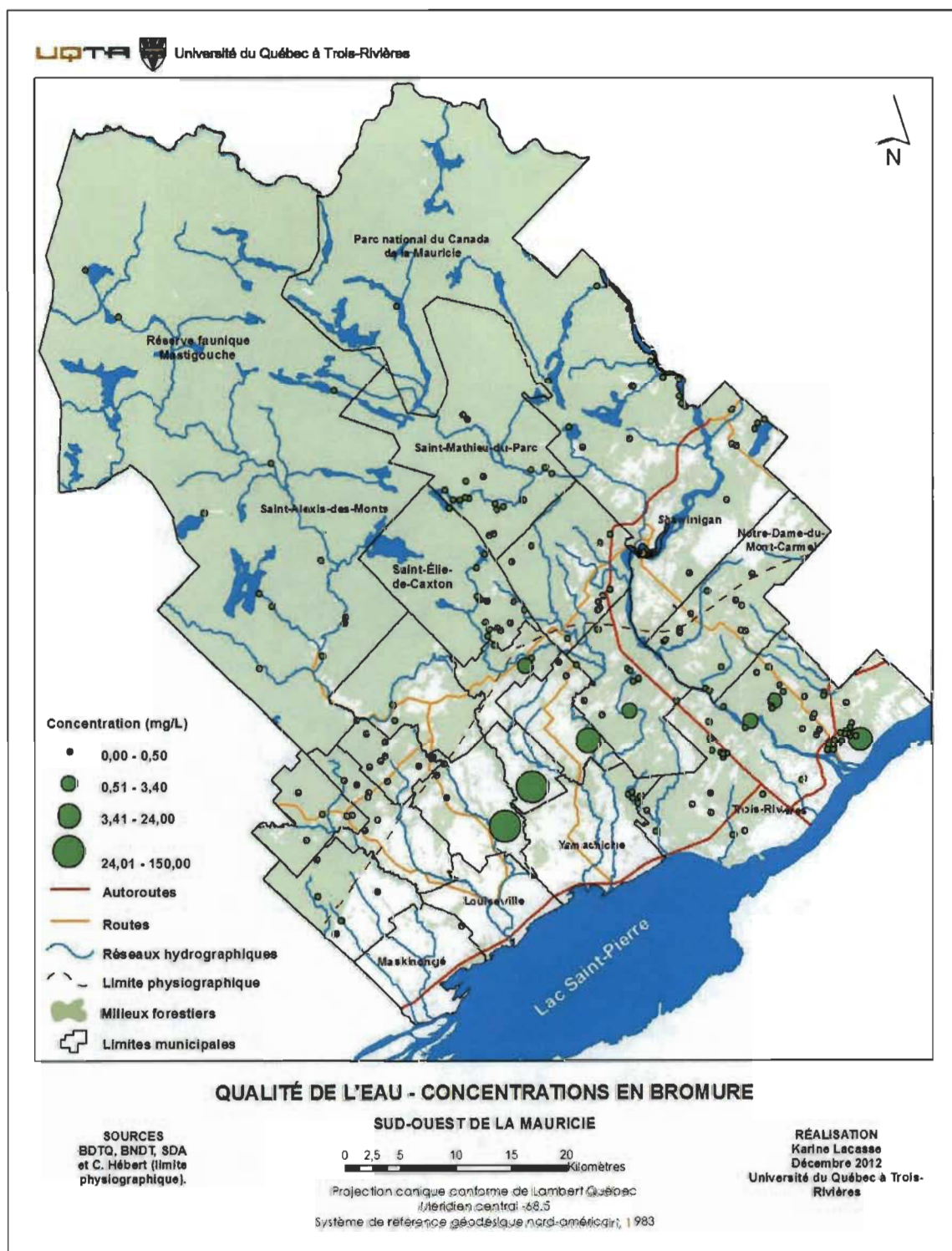


Figure A.10 Concentrations en bromure dans les eaux souterraines du sud-ouest de la Mauricie.

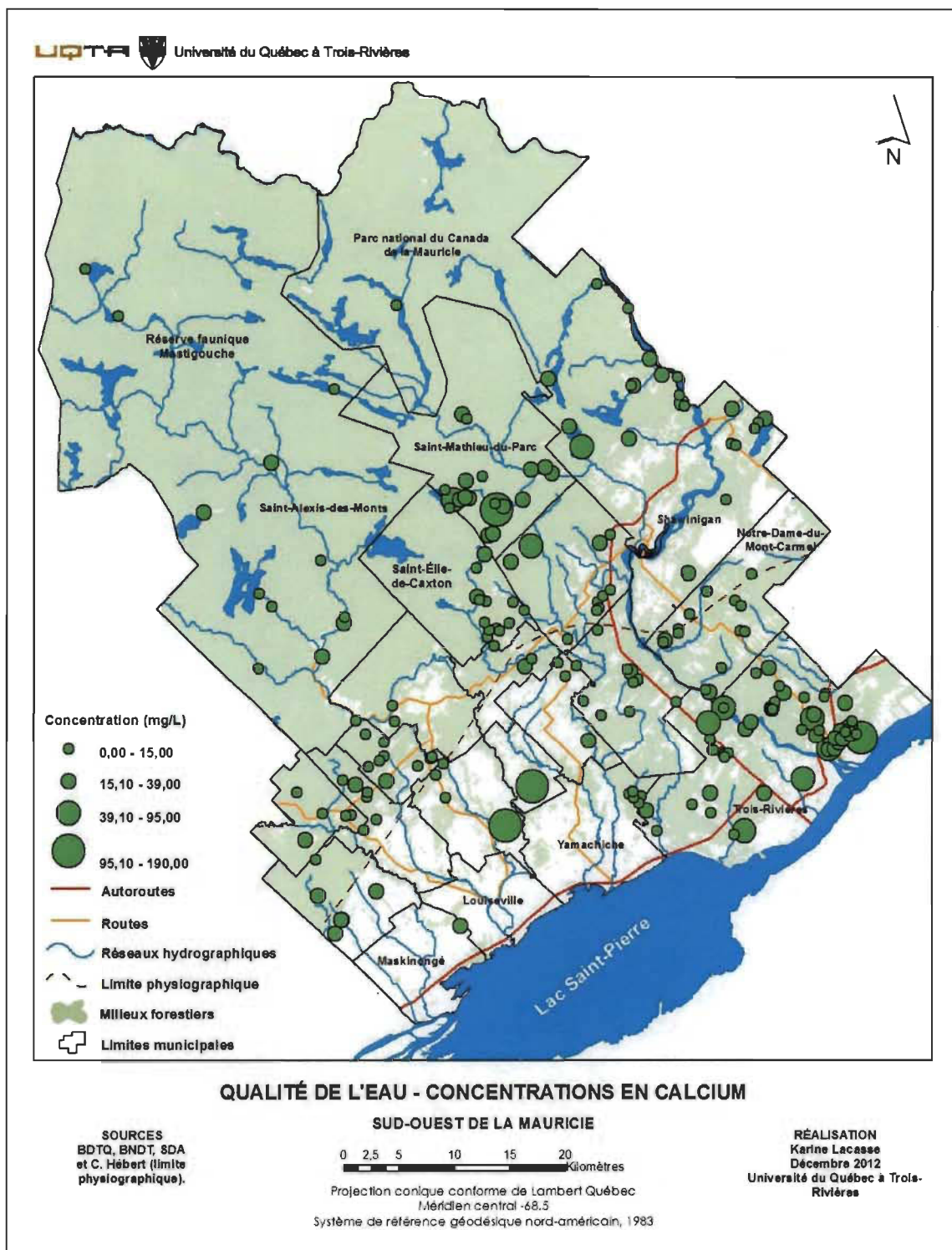


Figure A.11 Concentrations en calcium dans les eaux souterraines du sud-ouest de la Mauricie.

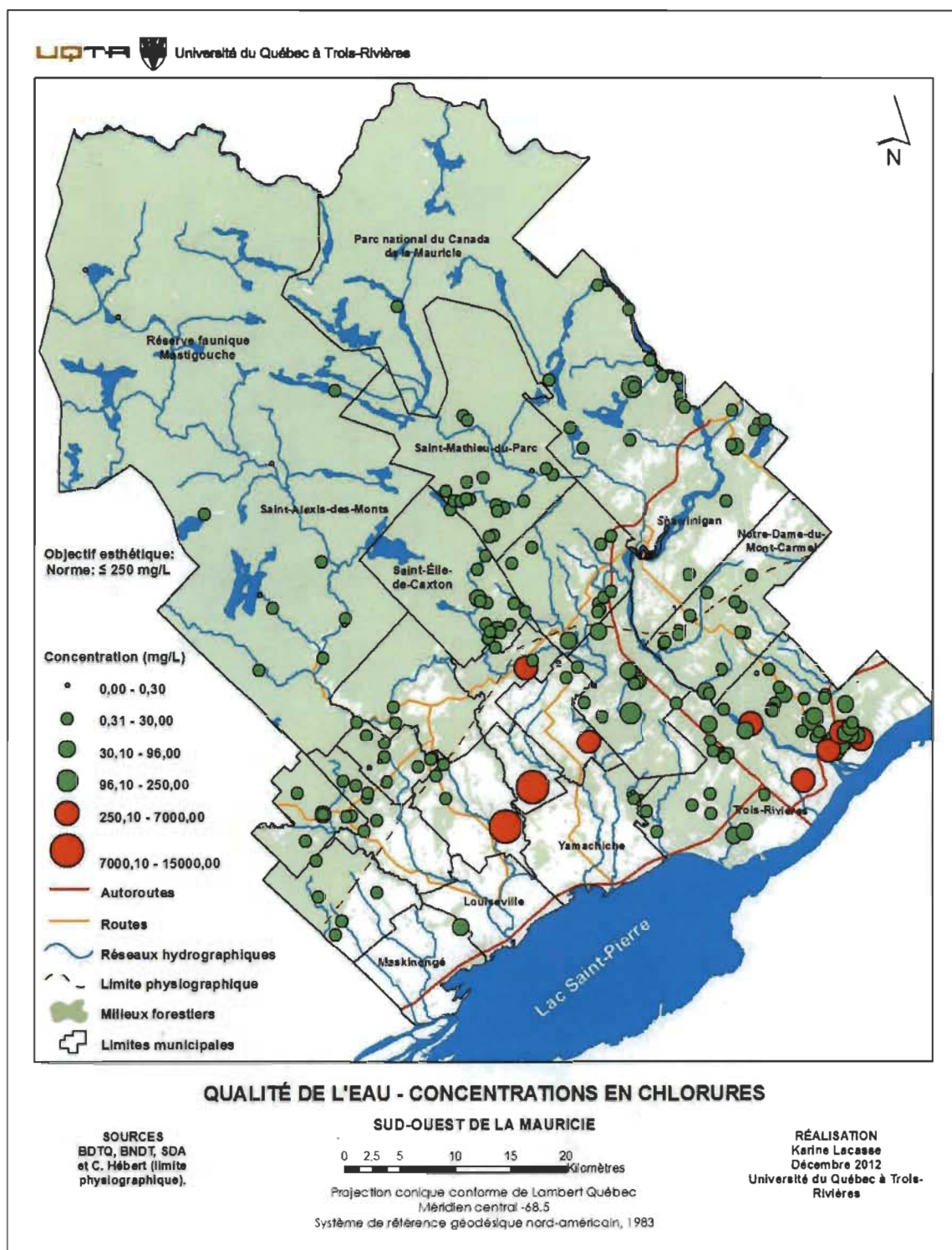


Figure A.12 Concentrations en chlorures dans les eaux souterraines du sud-ouest de la Mauricie.

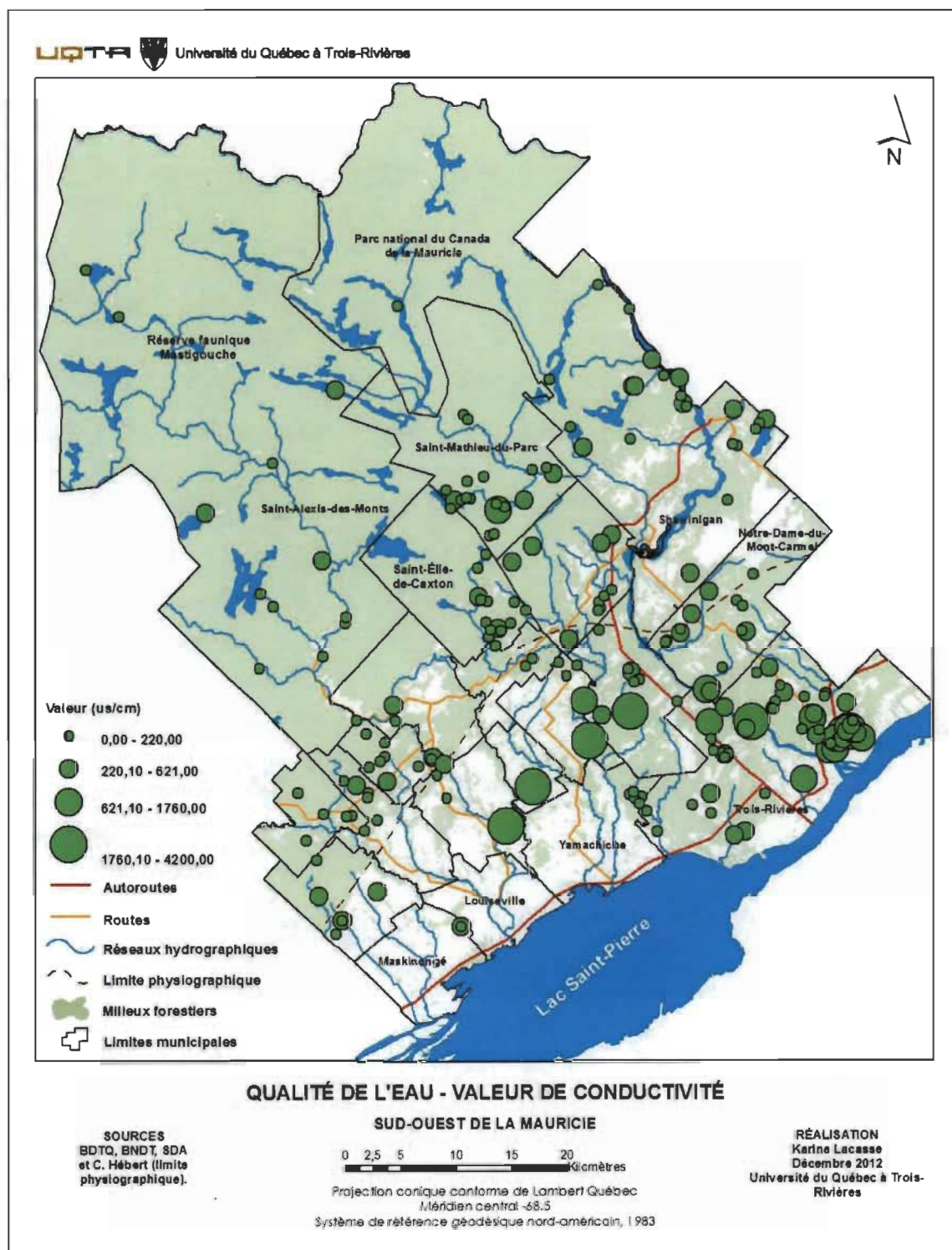


Figure A.13 Valeur de conductivité dans les eaux souterraines du sud-ouest de la Mauricie.

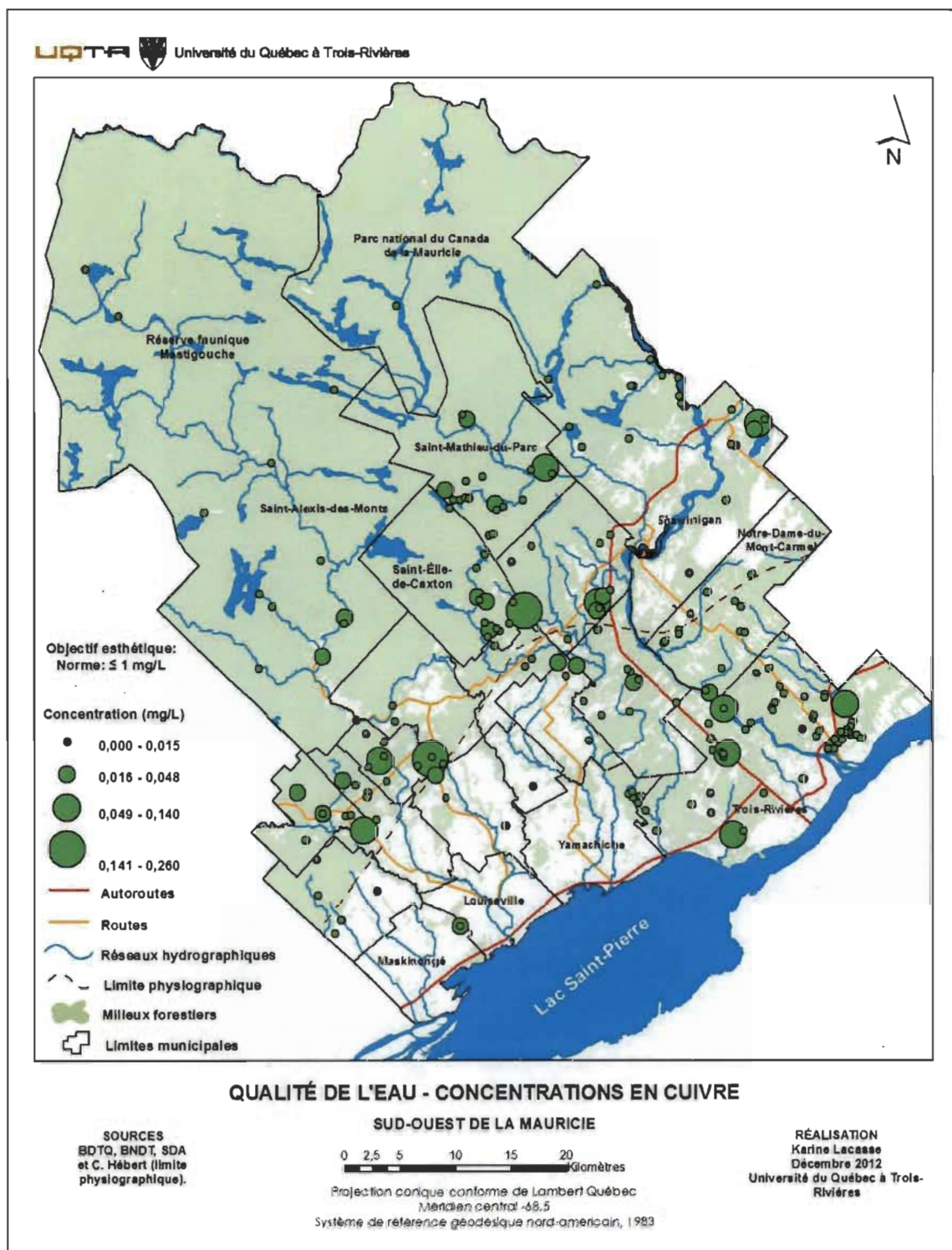


Figure A.14 Concentrations en cuivre dans les eaux souterraines du sud-ouest de la Mauricie.

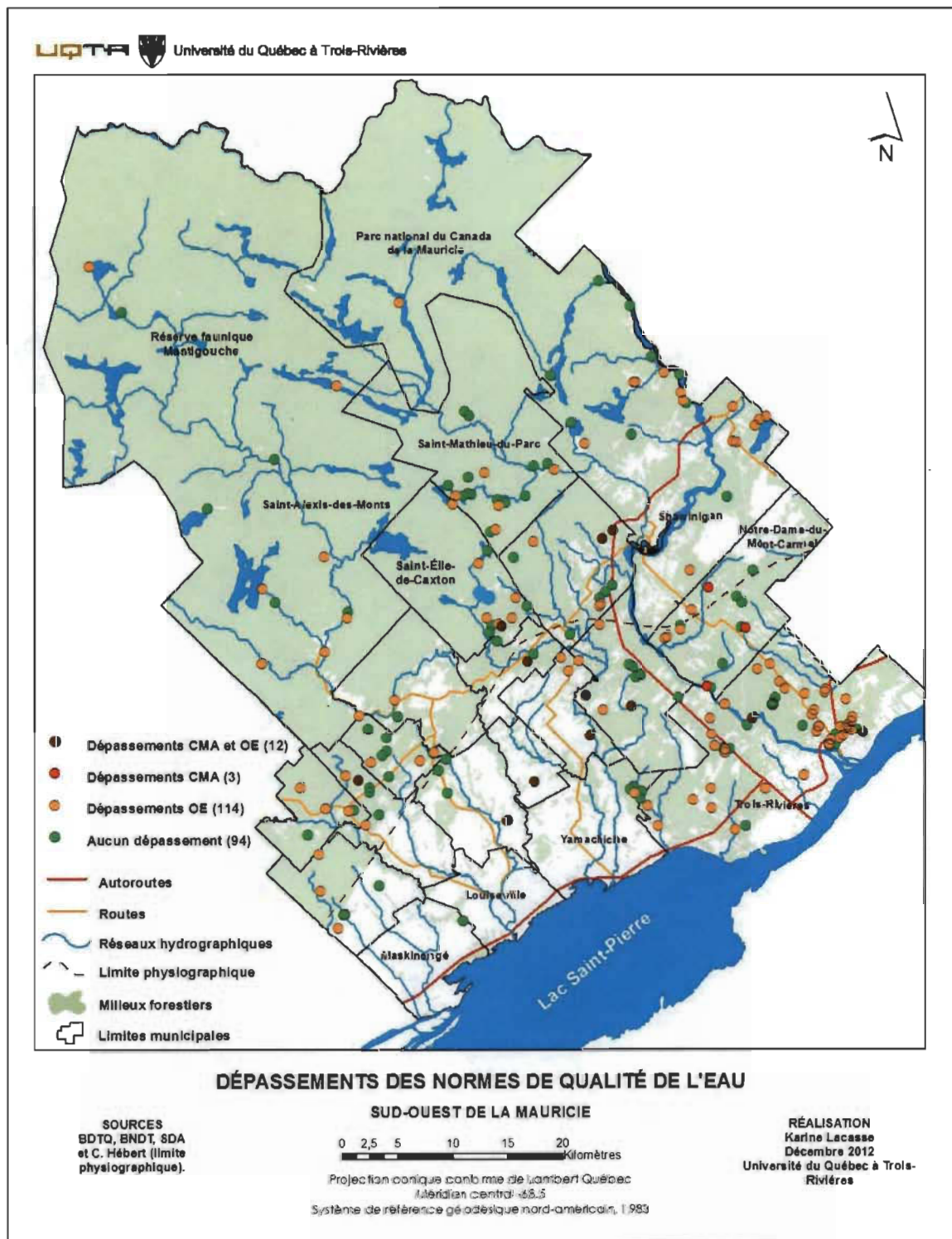


Figure A.15 Dépassemments géochimiques dans les eaux souterraines du sud-ouest de la Mauricie.

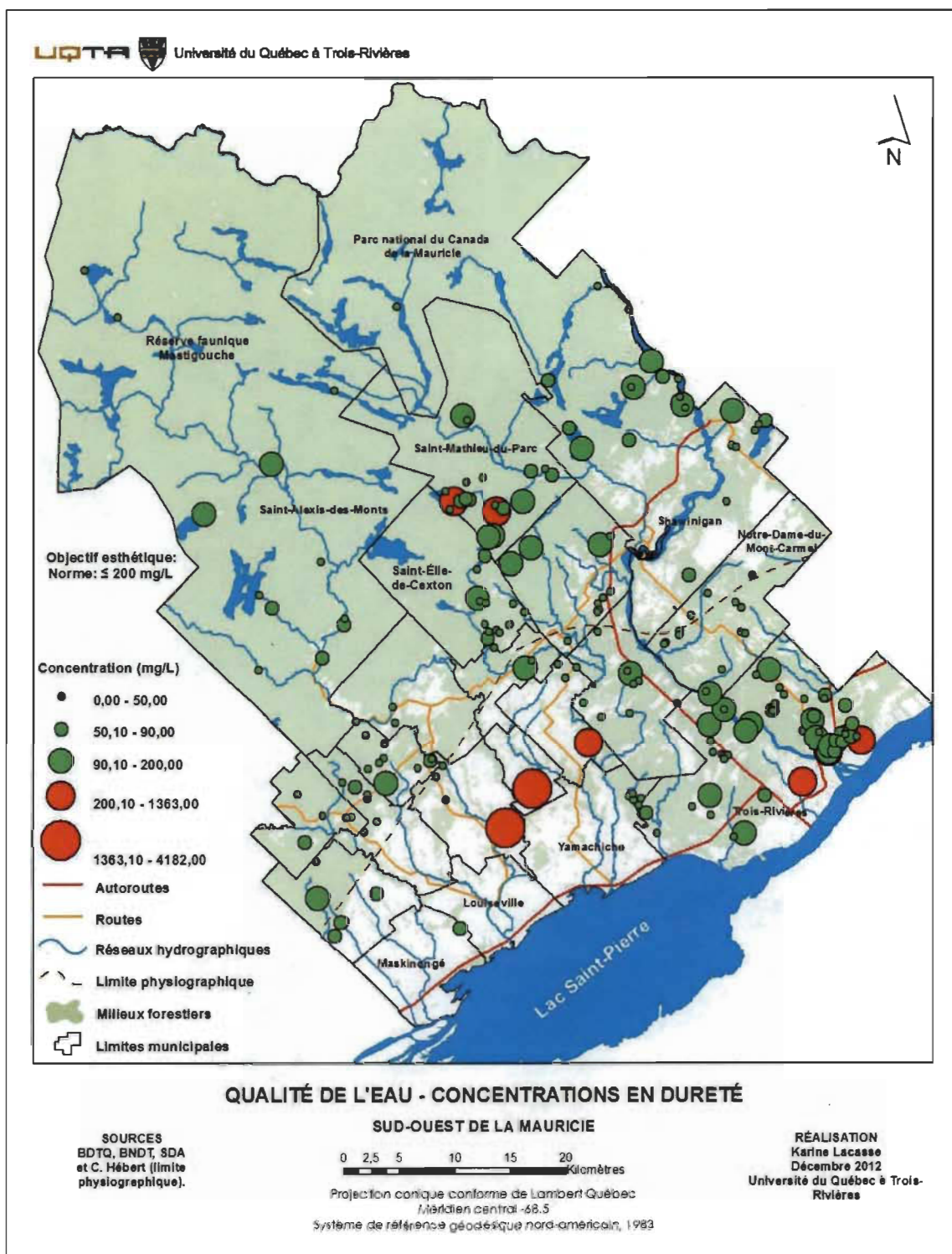


Figure A.16 Concentrations en dureté dans les eaux souterraines du sud-ouest de la Mauricie.

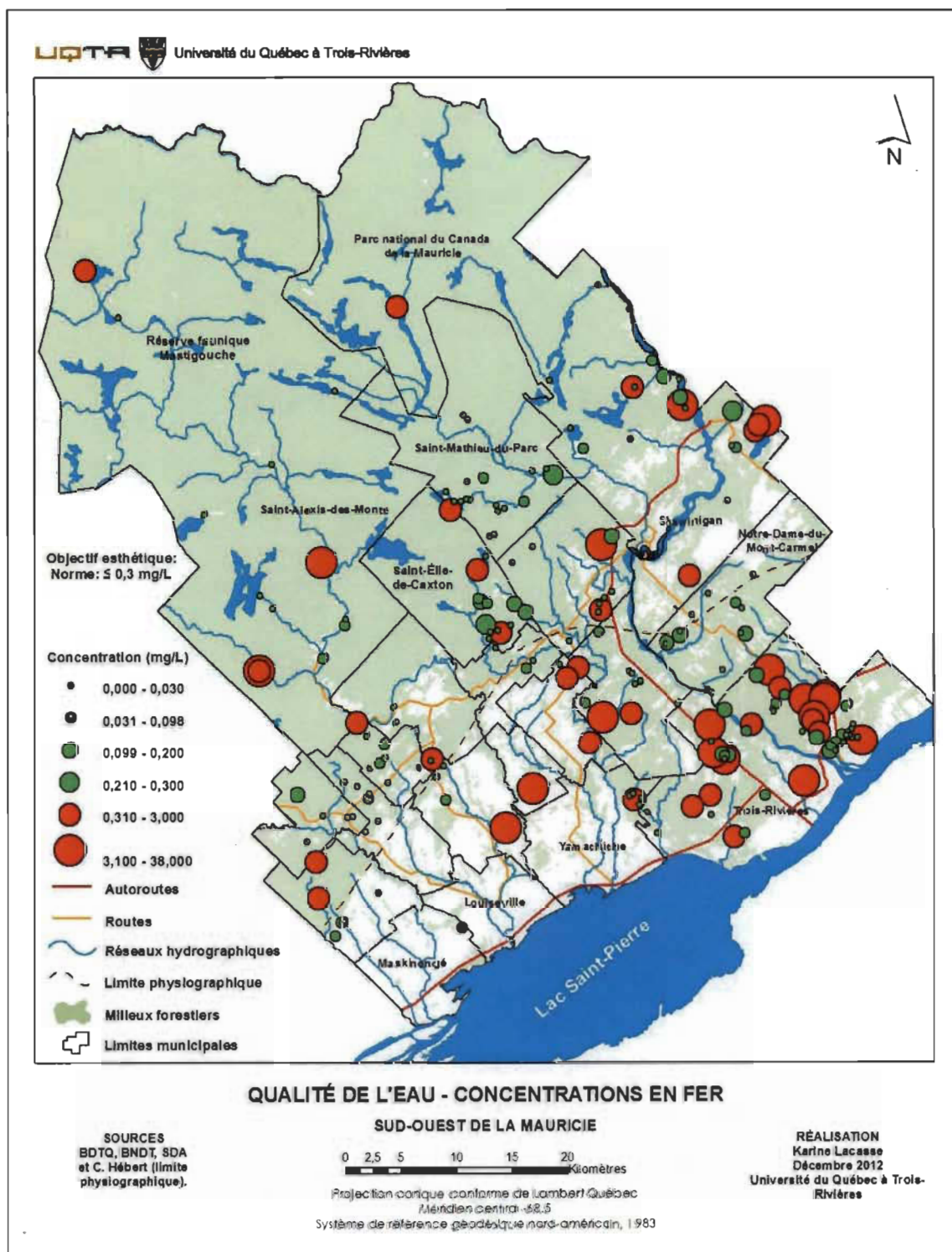


Figure A.17 Concentrations en fer dans les eaux souterraines du sud-ouest de la Mauricie.

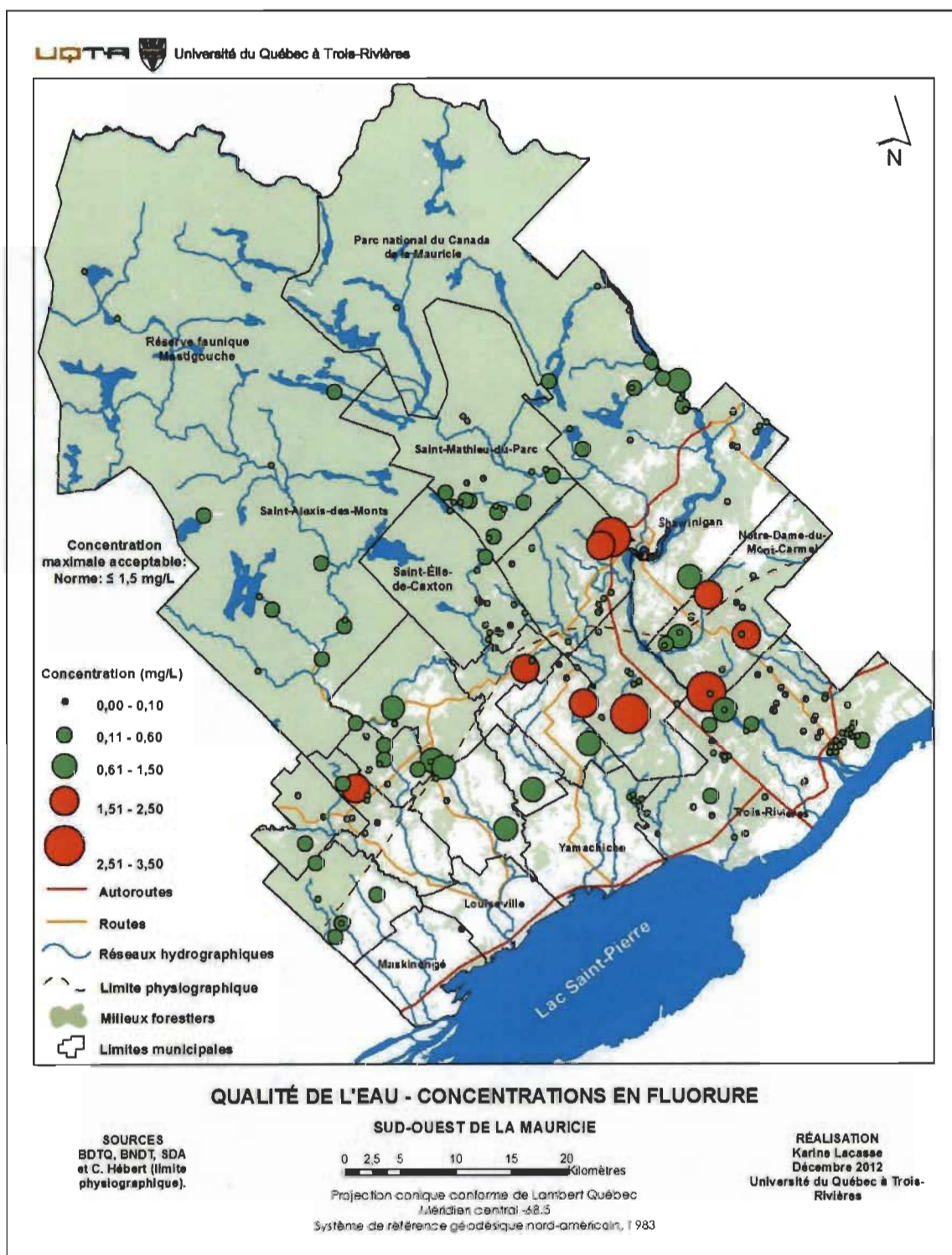


Figure A.18 Concentrations en fluorures dans les eaux souterraines du sud-ouest de la Mauricie.

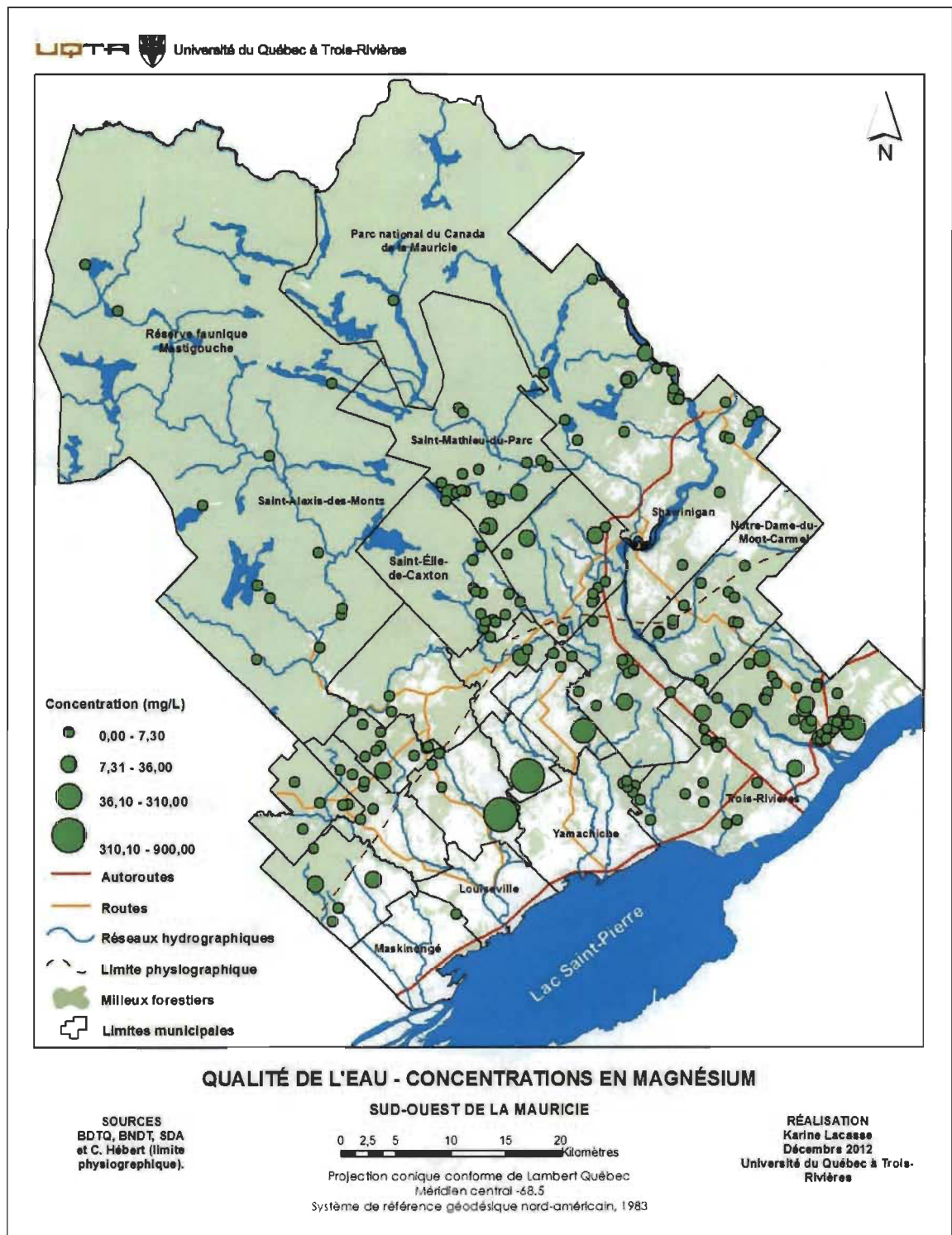


Figure A.19 Concentrations en magnésium dans les eaux souterraines du sud-ouest de la Mauricie.

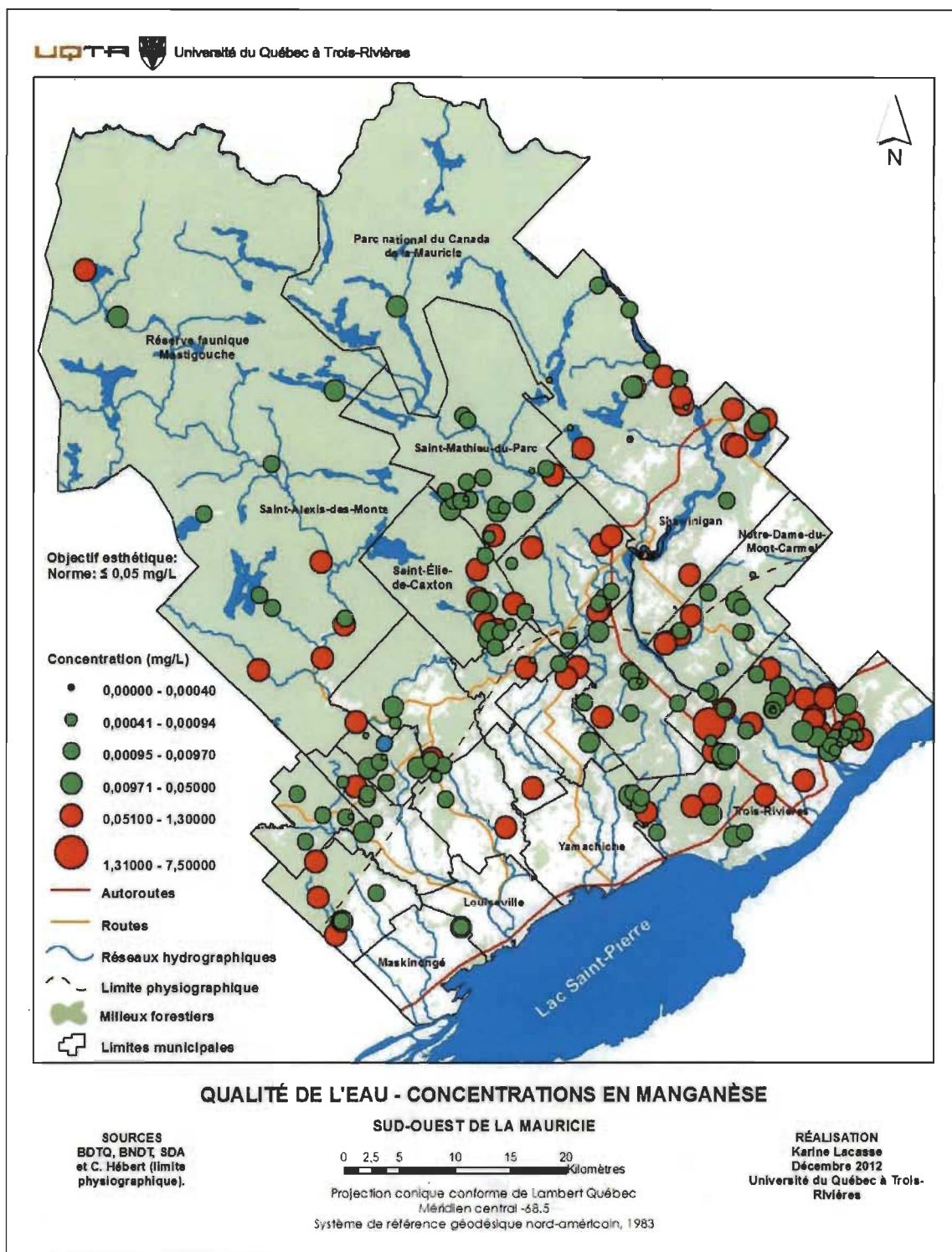


Figure A.20 Concentrations en manganèse dans les eaux souterraines du sud-ouest de la Mauricie.

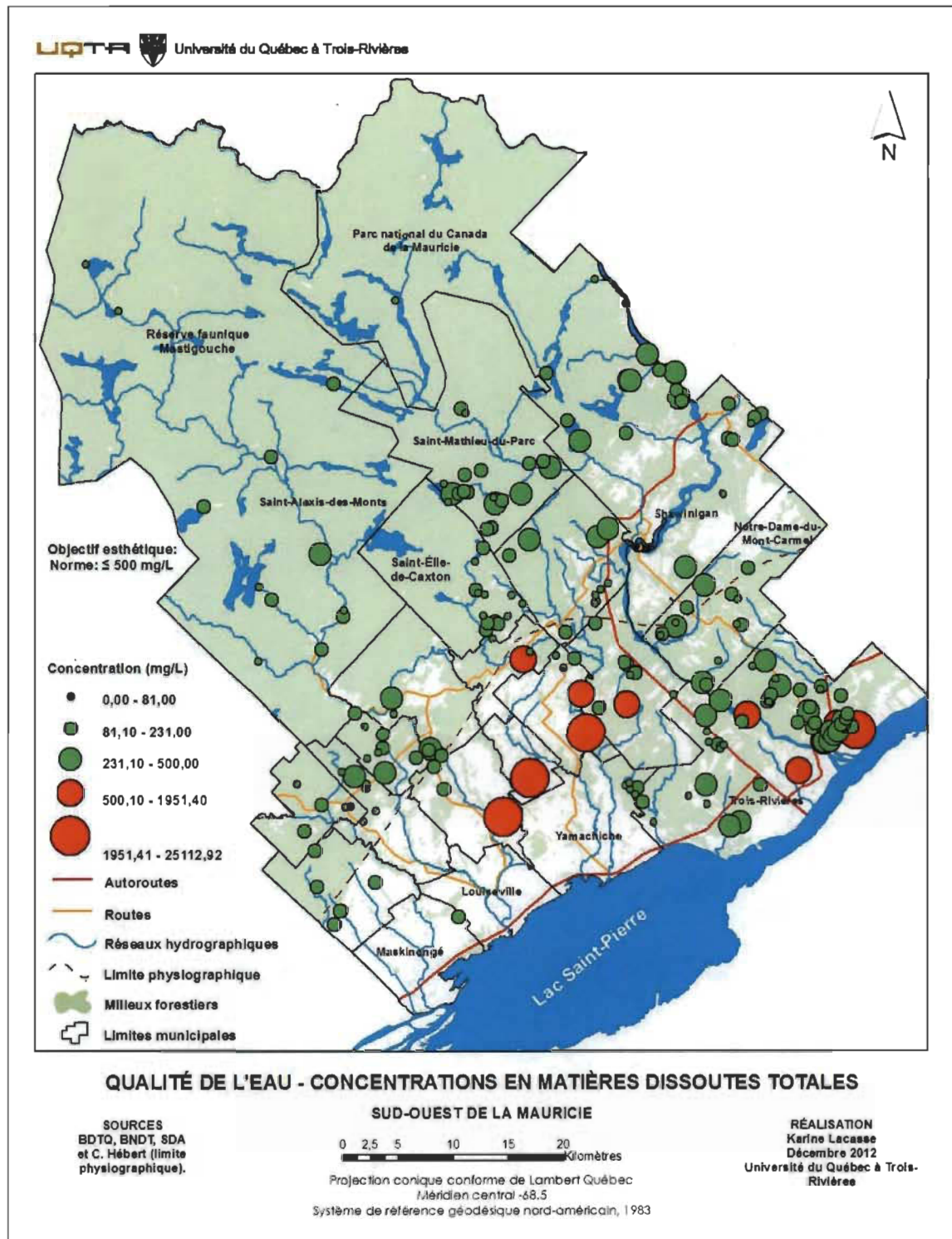


Figure A.21 Concentrations en matières dissoutes totales dans les eaux souterraines du sud-ouest de la Mauricie.

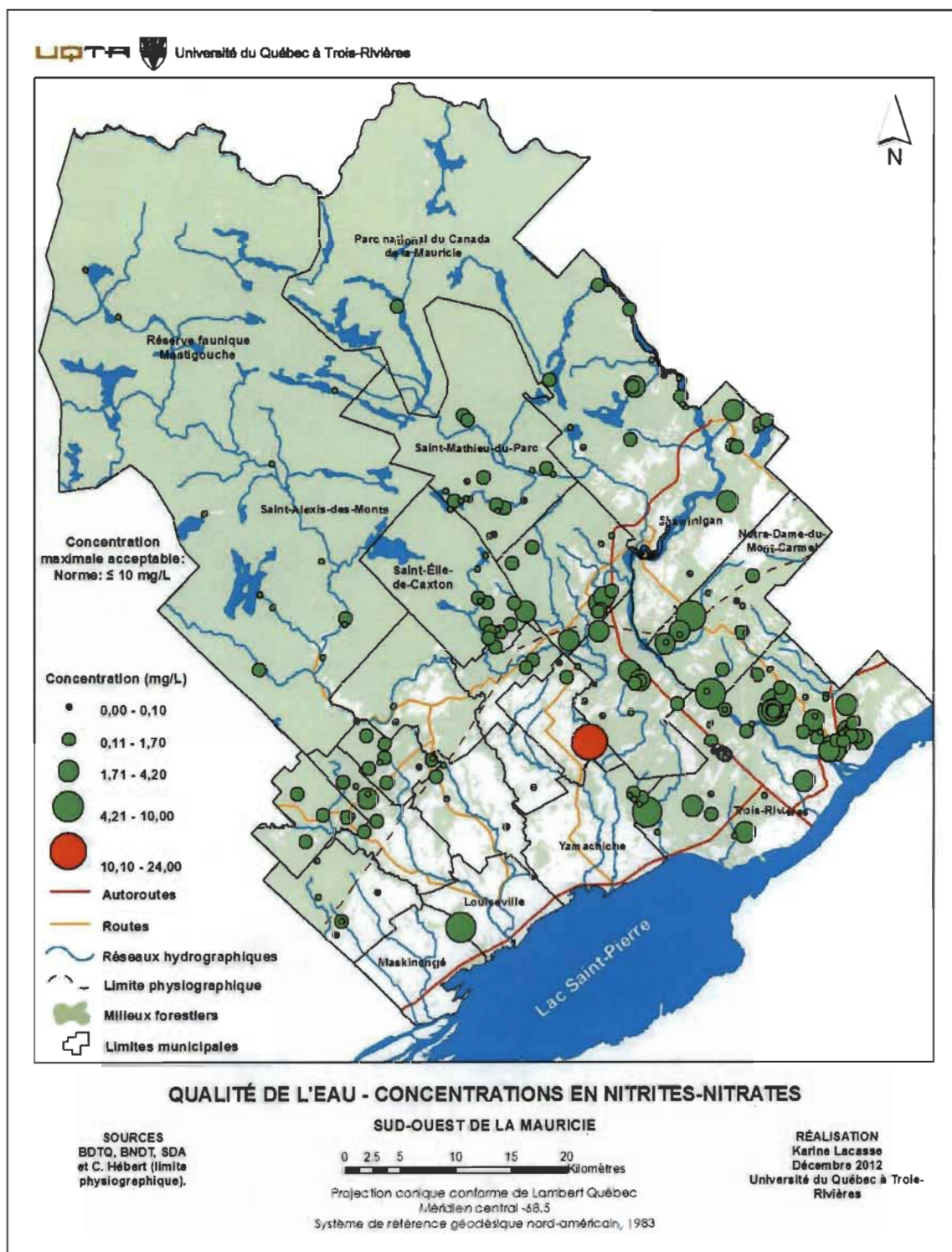


Figure A.22 Concentrations en nitrites-nitrates dans les eaux souterraines du sud-ouest de la Mauricie.

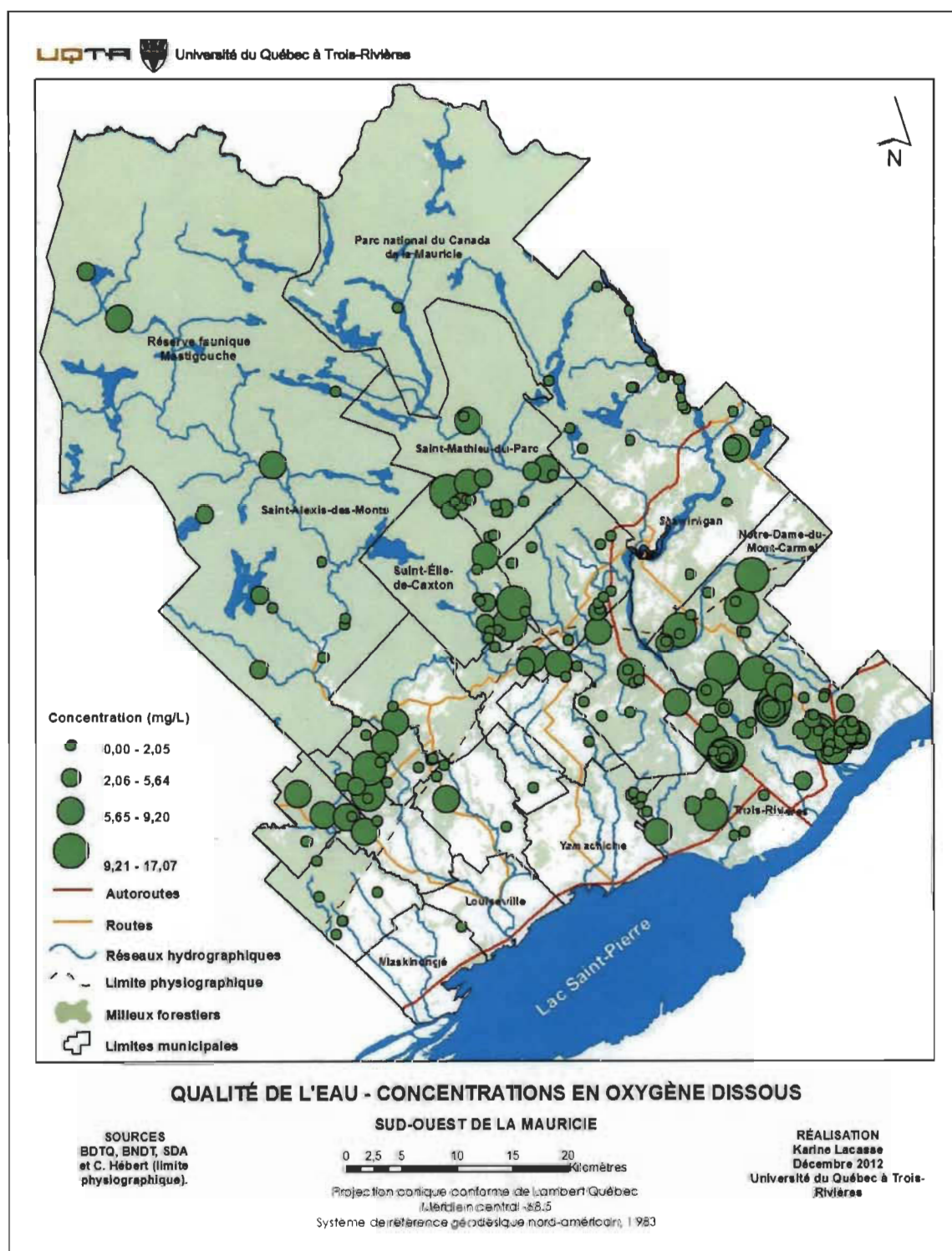


Figure A.23 Concentrations en oxygène dissous dans les eaux souterraines du sud-ouest de la Mauricie.

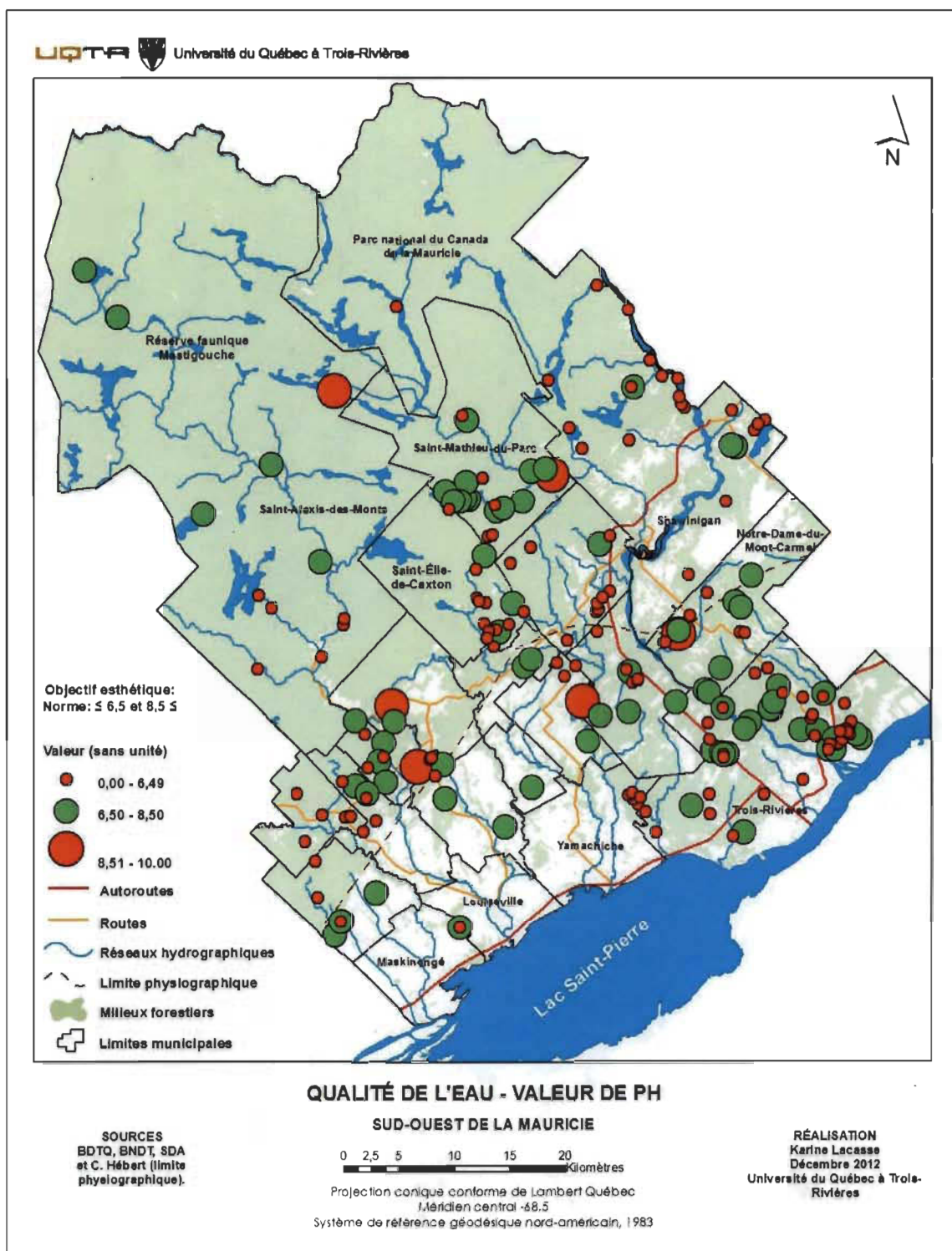


Figure A.24 Valeur de pH dans les eaux souterraines du sud-ouest de la Mauricie.

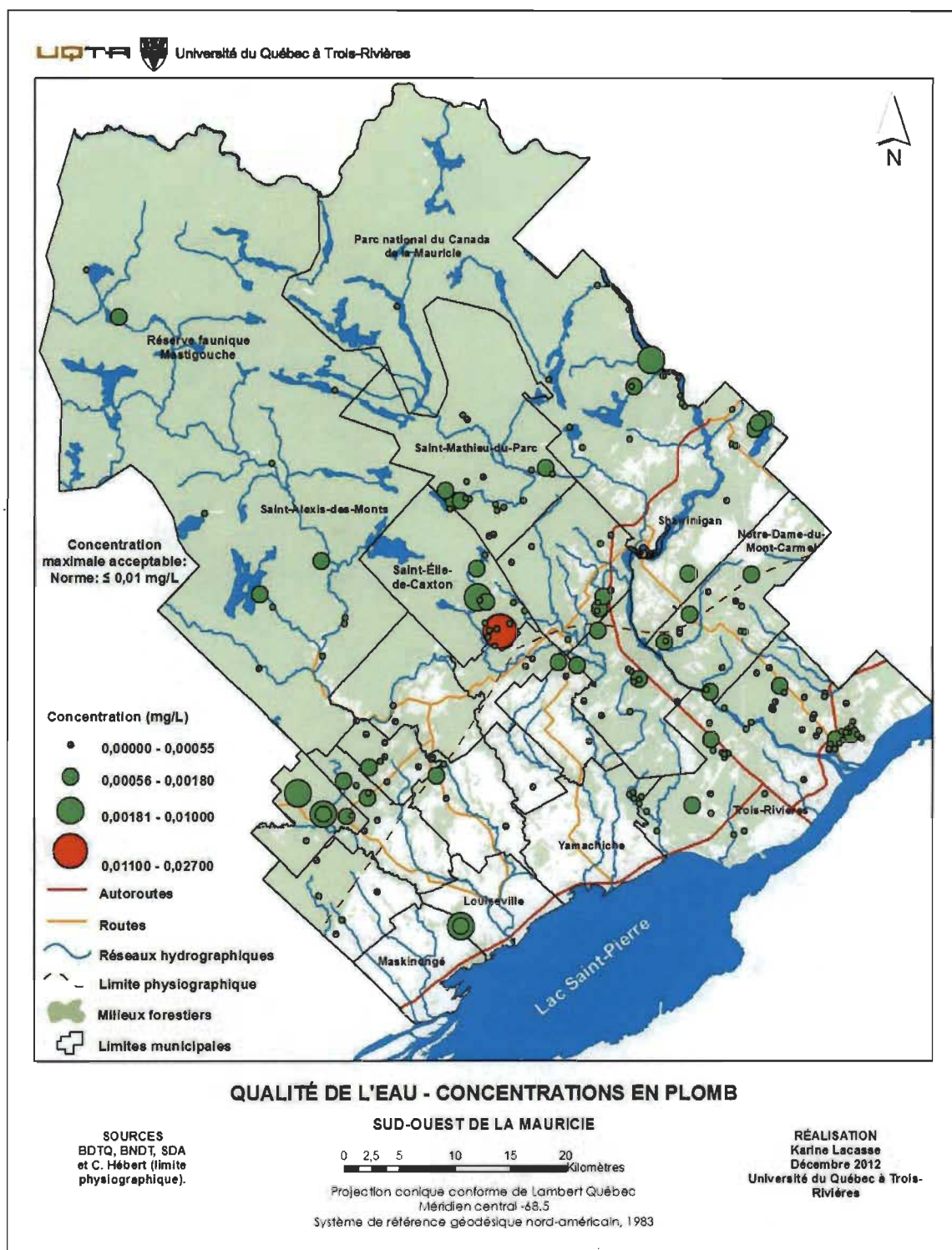


Figure A.25 Concentrations en plomb dans les eaux souterraines du sud-ouest de la Mauricie.

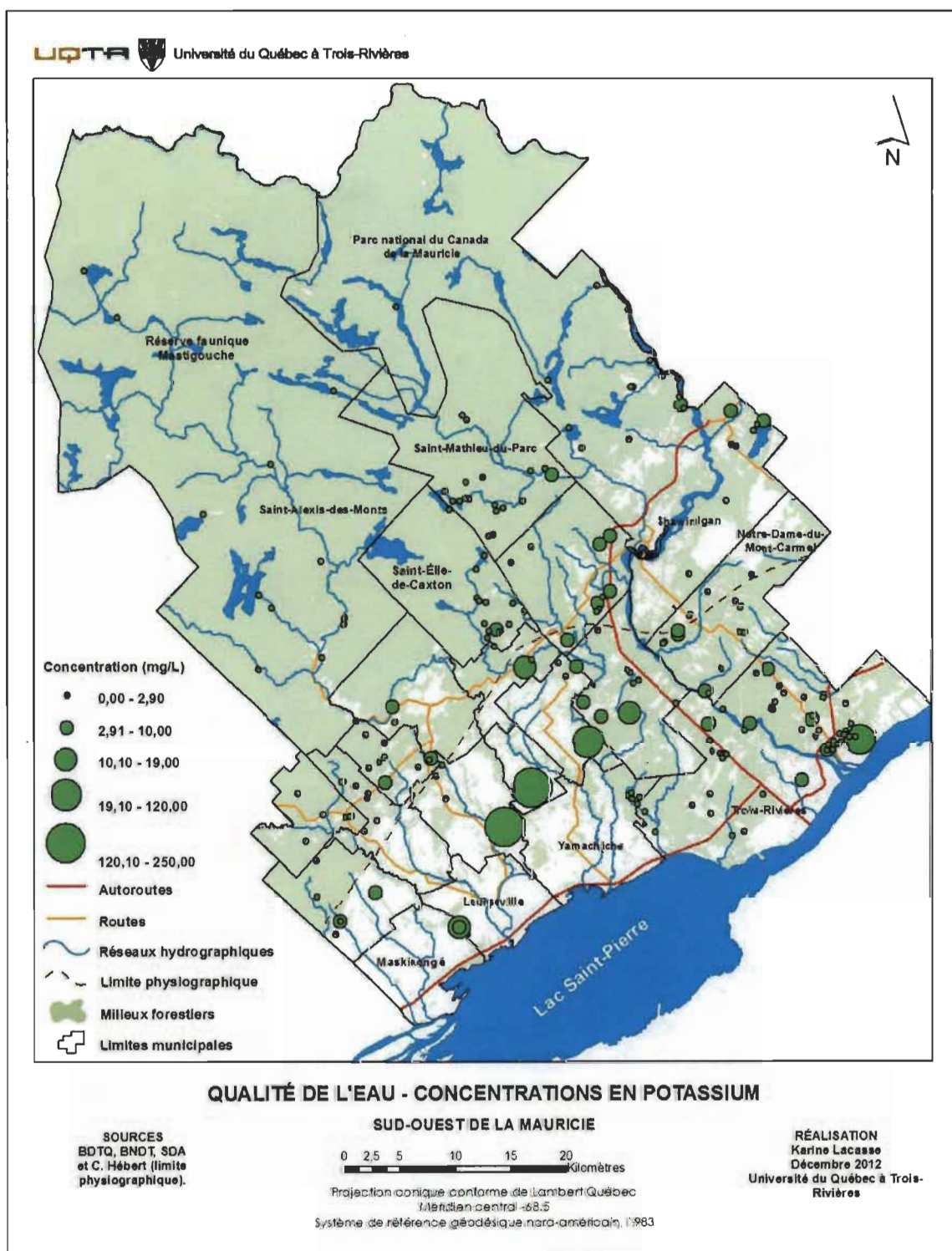


Figure A.26 Concentrations en potassium dans les eaux souterraines du sud-ouest de la Mauricie.

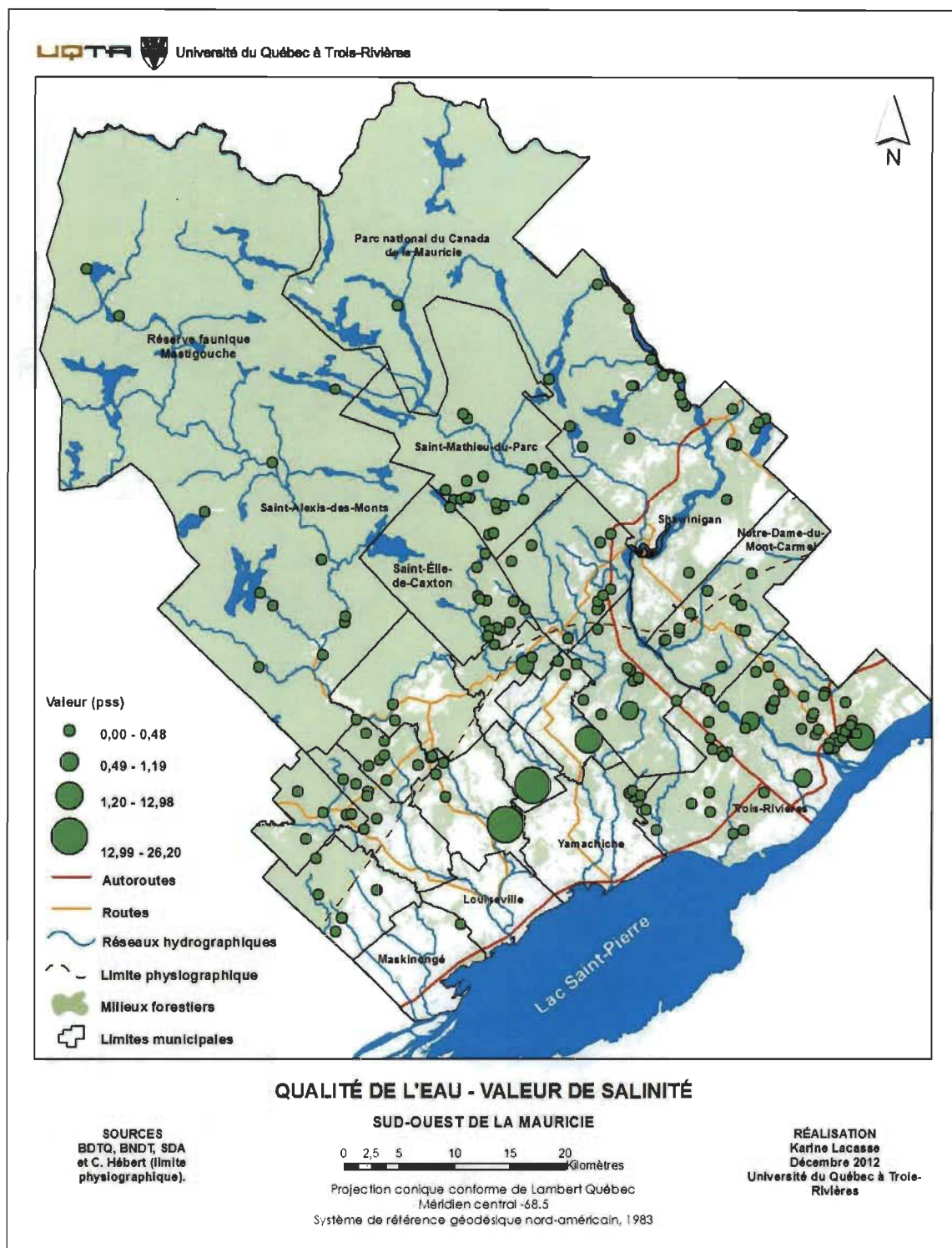


Figure A.27 Valeur de salinité dans les eaux souterraines du sud-ouest de la Mauricie.

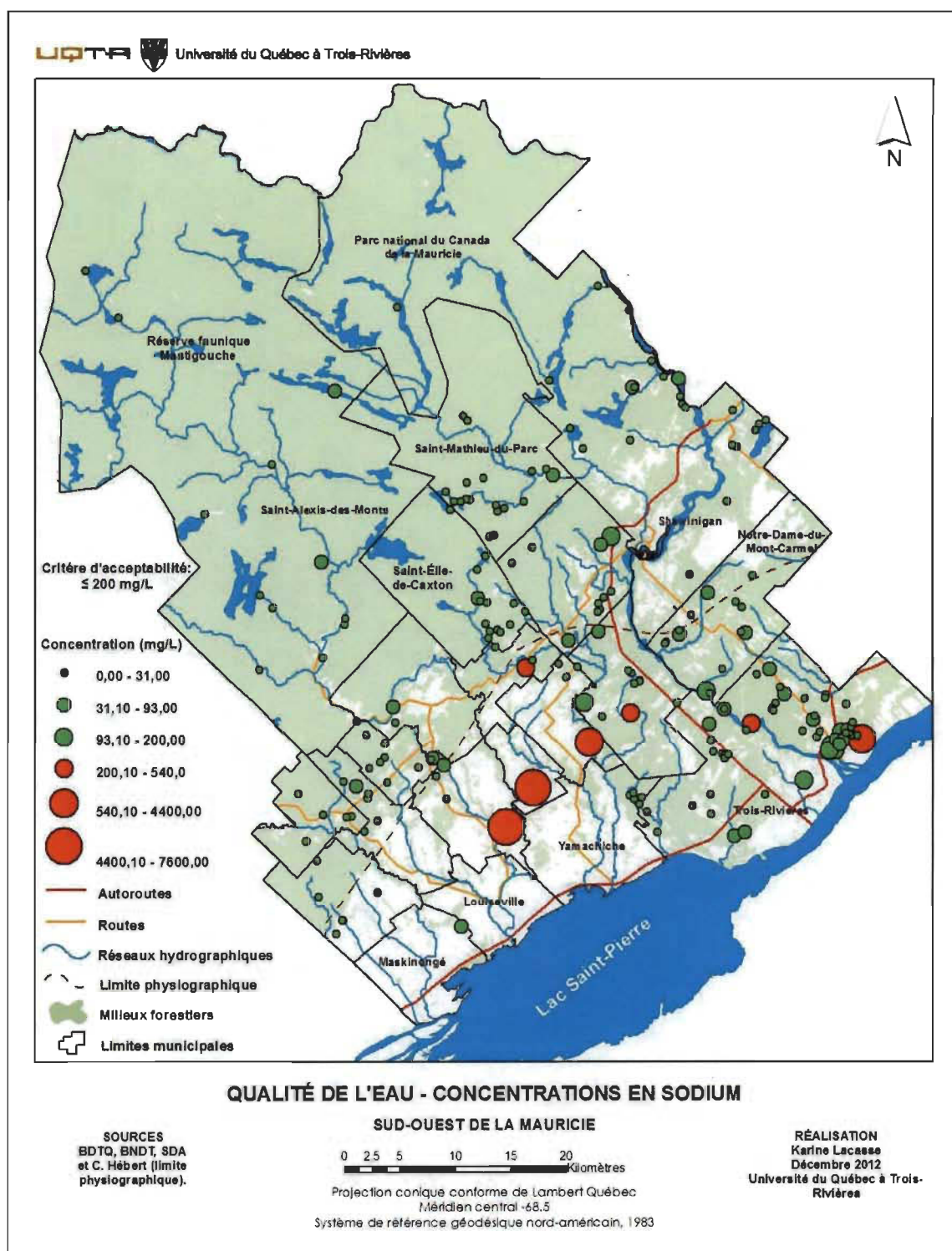


Figure A.28 Concentrations en sodium dans les eaux souterraines du sud-ouest de la Mauricie.

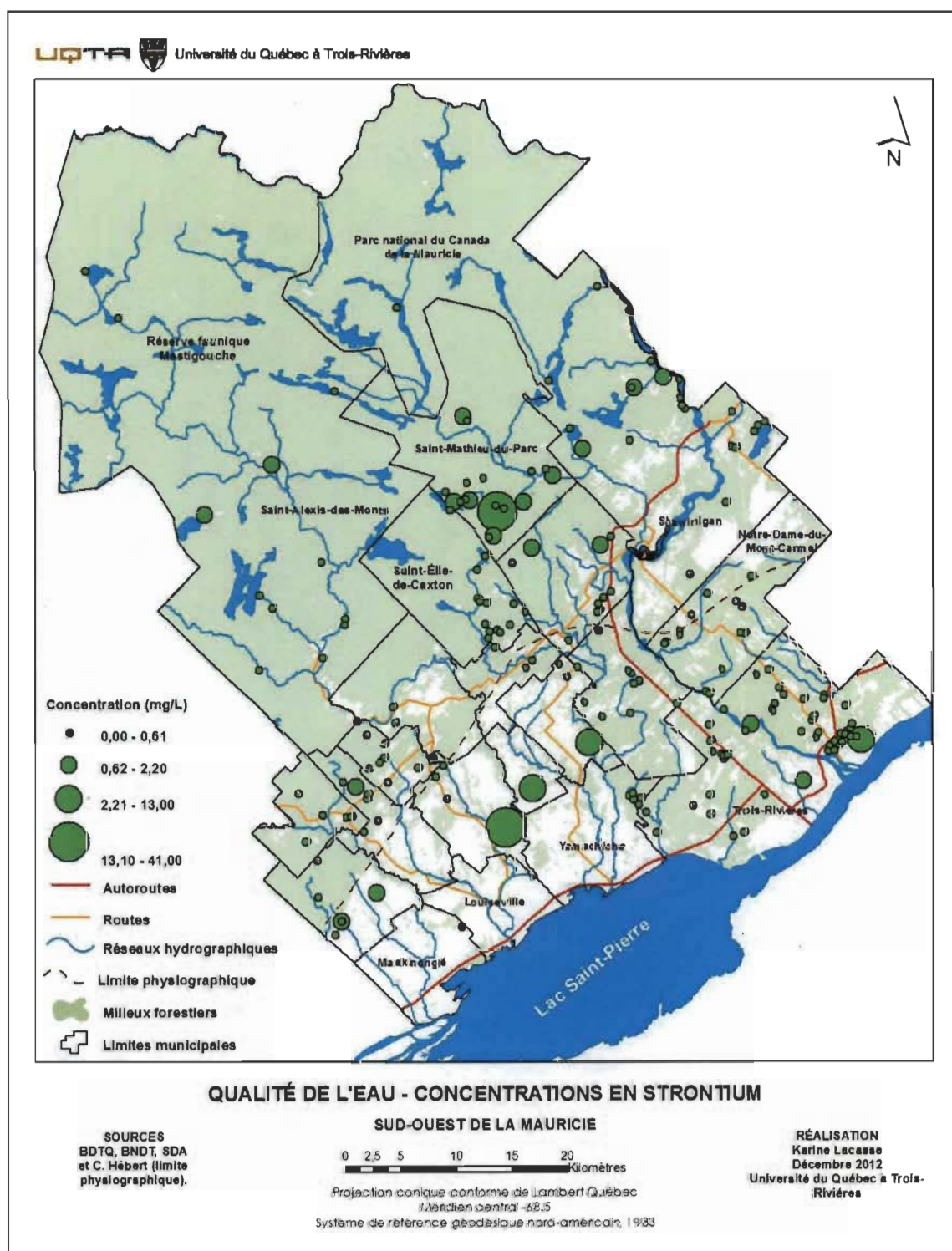


Figure A.29 Concentrations en strontium dans les eaux souterraines du sud-ouest de la Mauricie.

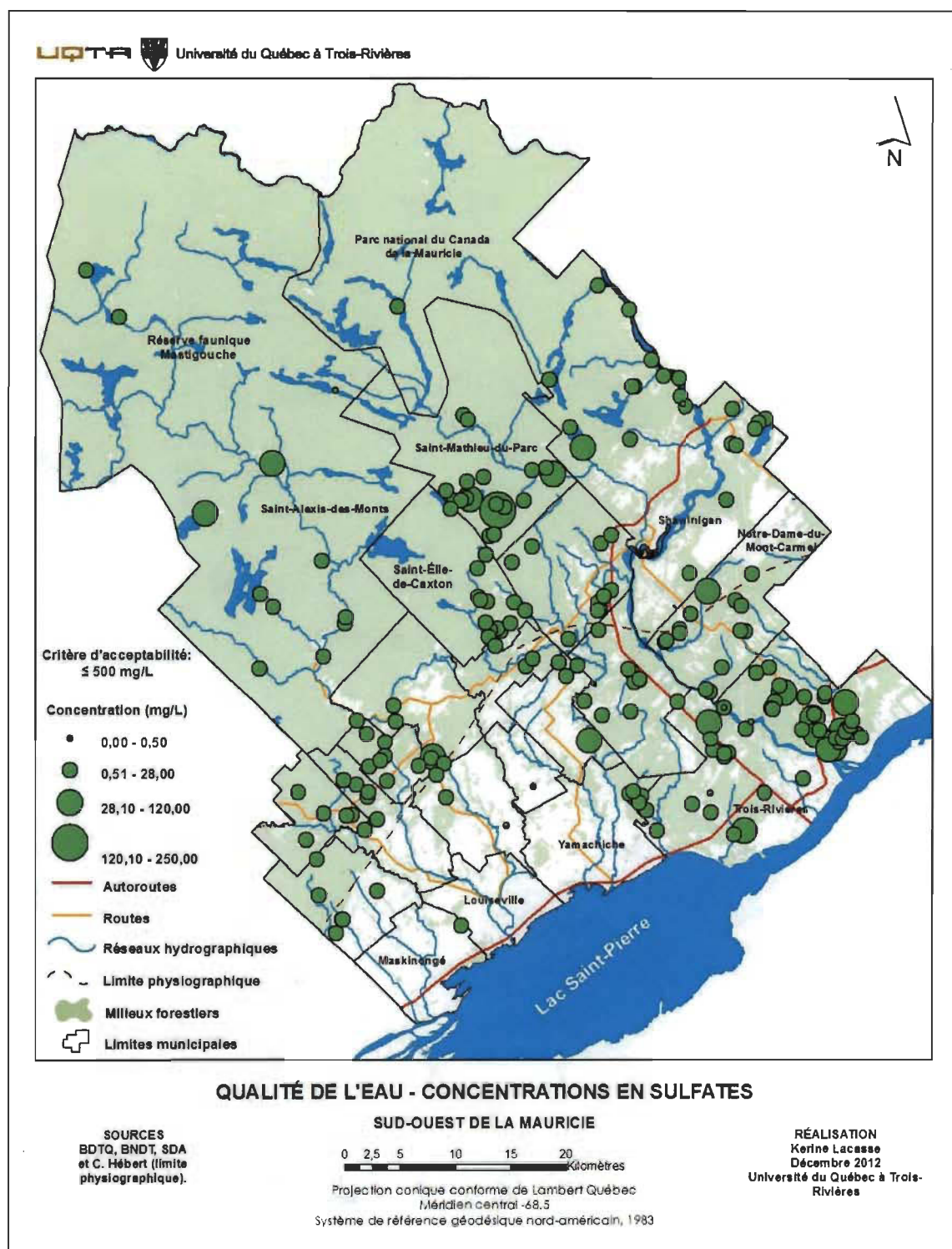


Figure A.30 Concentrations en sulfates dans les eaux souterraines du sud-ouest de la Mauricie.

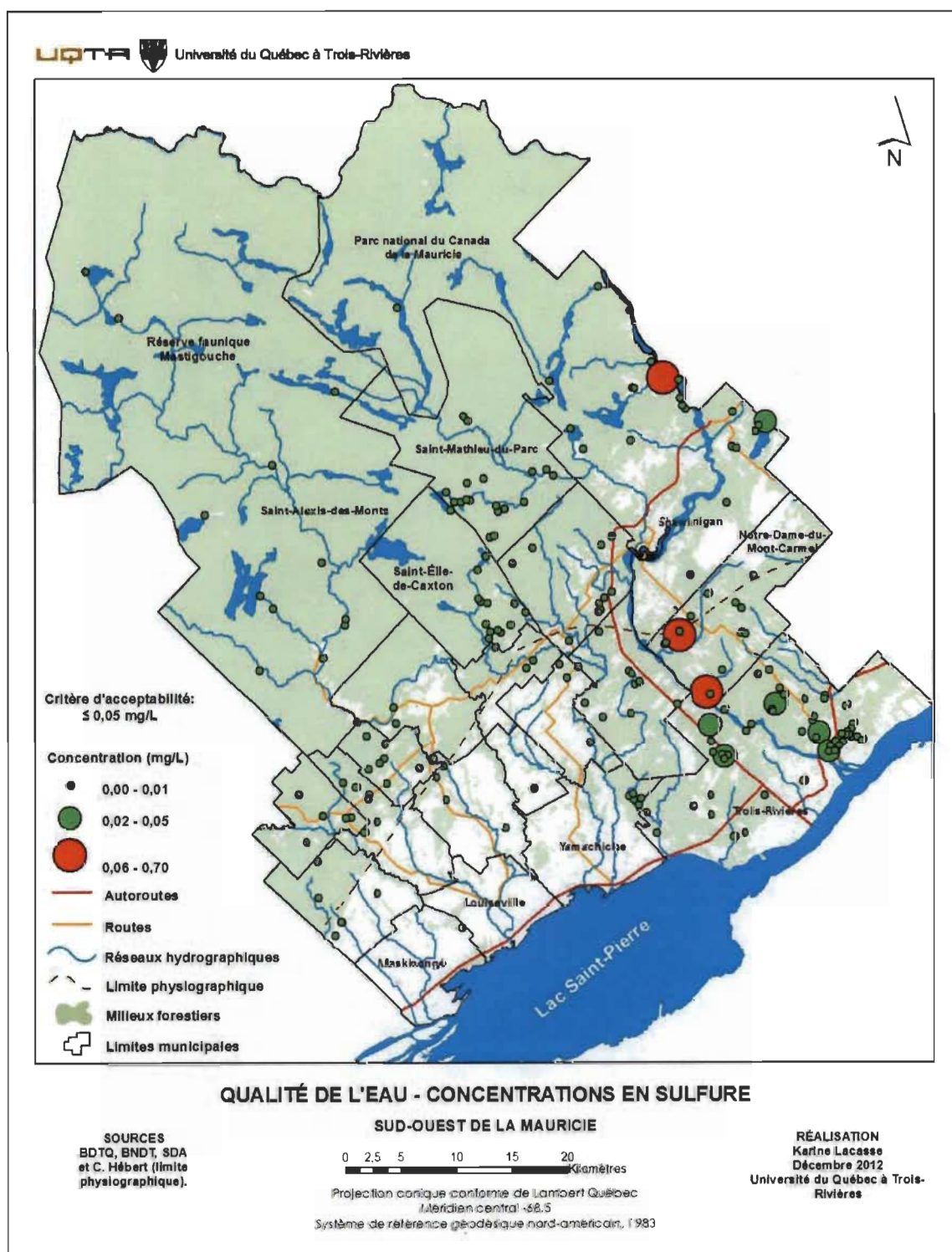


Figure A.31 Concentrations en sulfure dans les eaux souterraines du sud-ouest de la Mauricie.

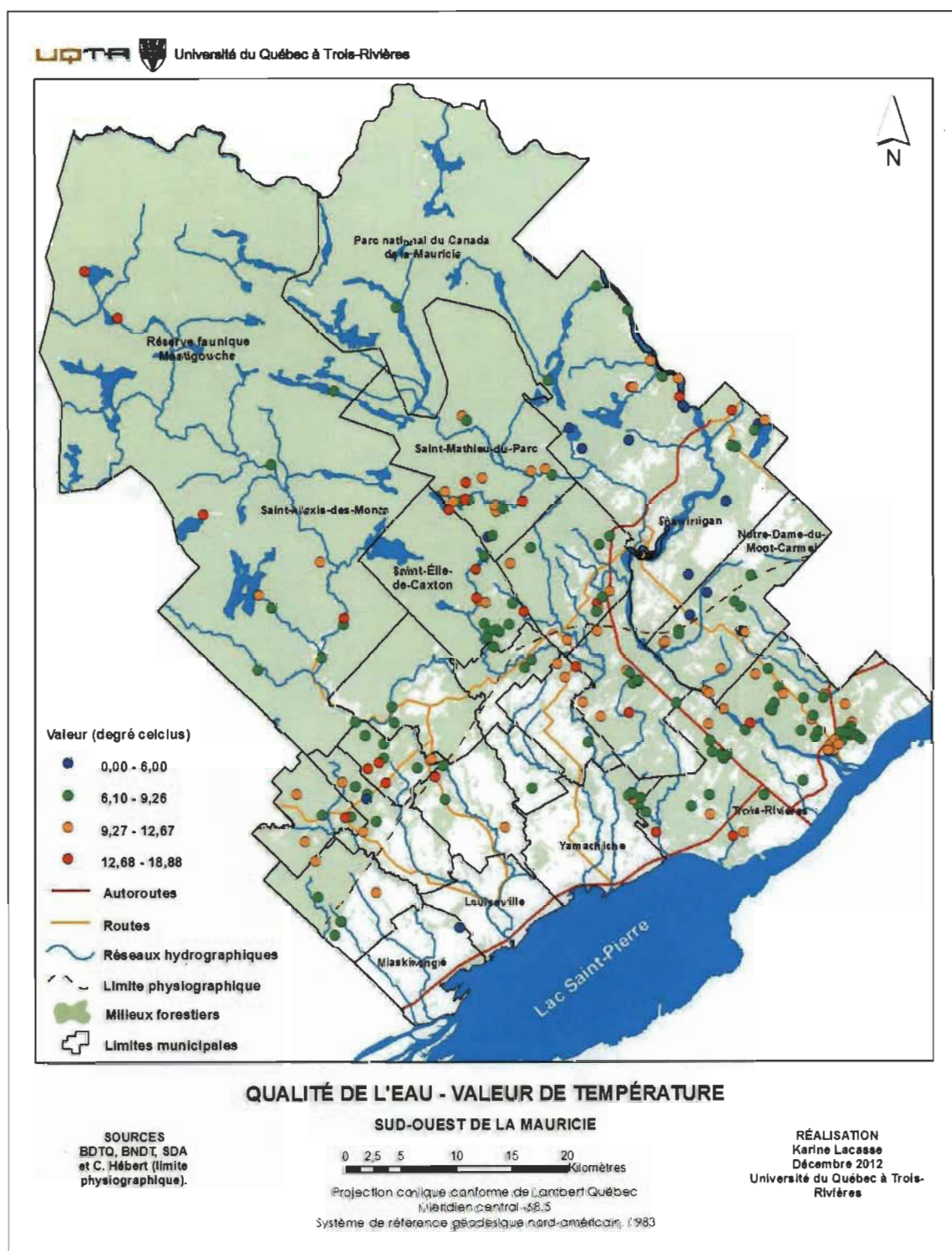


Figure A.32 Valeur de température dans les eaux souterraines du sud-ouest de la Mauricie.

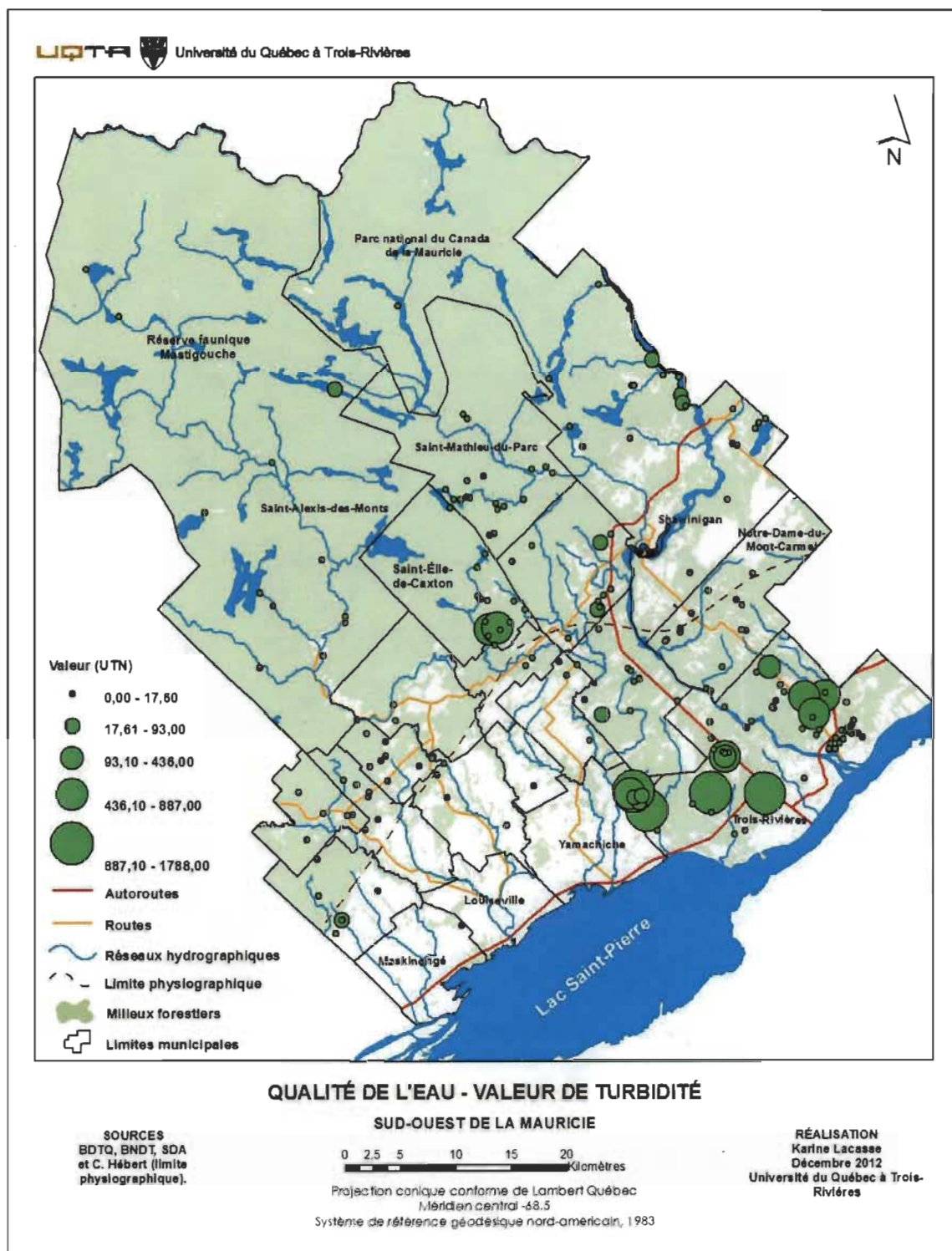


Figure A.33 Valeur de turbidité dans les eaux souterraines du sud-ouest de la Mauricie.

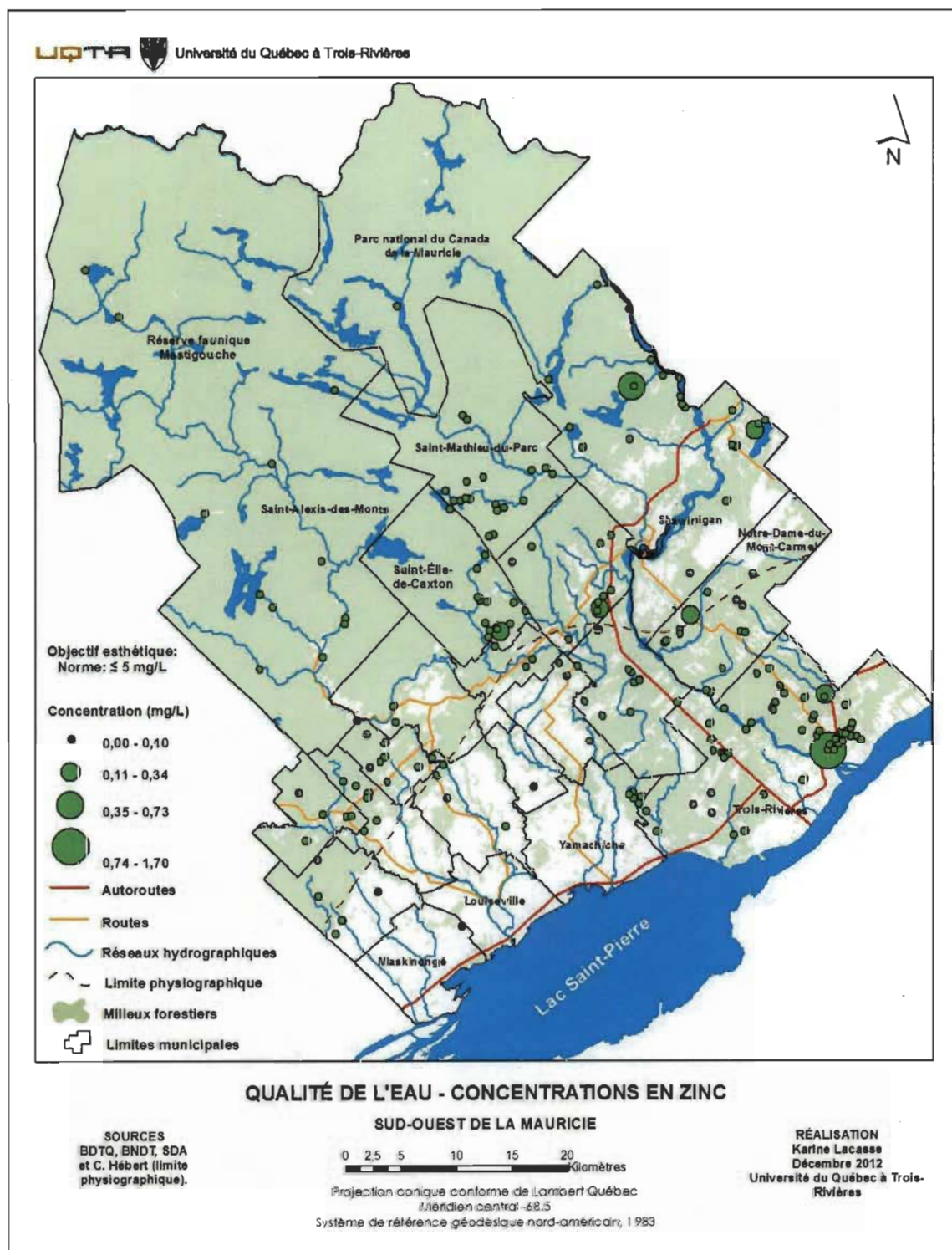


Figure A.34 Concentrations en zinc dans les eaux souterraines du sud-ouest de la Mauricie.

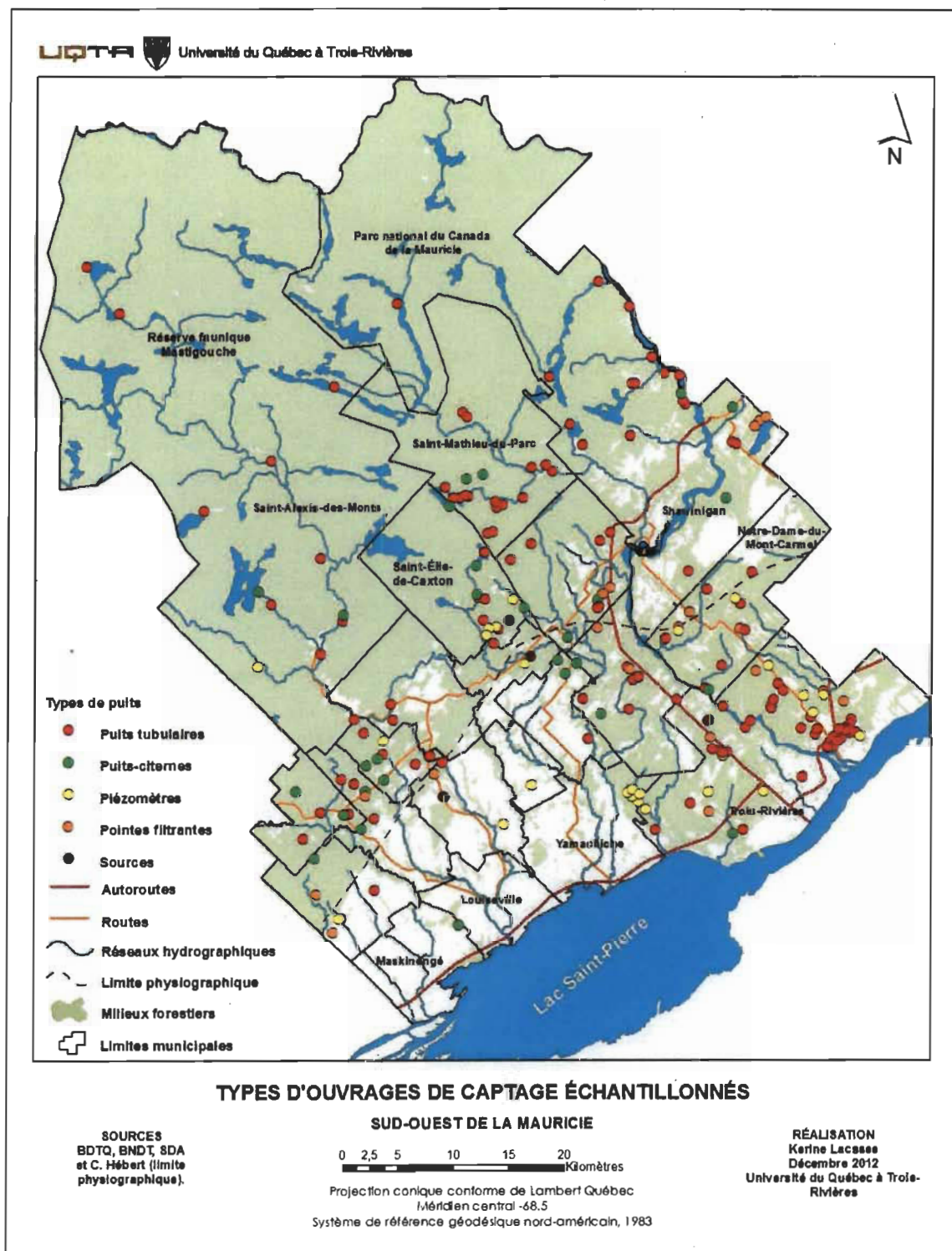


Figure A.35 Types d'ouvrages de captage échantillonnés au sud-ouest de la Mauricie.

ANNEXE B

BASE DE DONNÉES GÉOCHIMIQUES

Tableau B.1
Base de données géochimiques – Caractéristiques des puits

Station	X (mtm)	Y (mtm)	Type de puits	Profondeur (pieds)	Aquifère recoupé	Type de nappe
UQTR 1	378302	5137814	Tubulaire	80	Dépôts meubles	Nappe libre
UQTR 2	378170	5137270	Tubulaire	93	Dépôts meubles	Nappe libre
UQTR 3	365649	5132575	Tubulaire	41	Dépôts meubles	Nappe libre
UQTR 4	370393	5130093	Tubulaire	27	Dépôts meubles	Nappe libre
UQTR 5	369044	5137076	Tubulaire	75	Dépôts meubles	Nappe libre
UQTR 6	368455	5137153	Tubulaire	NA	Dépôts meubles	Nappe libre
UQTR 7	367696	5137382	Tubulaire	152	Dépôts meubles	Nappe libre
UQTR 8	373796	5143138	Tubulaire	101	Dépôts meubles	Nappe libre
UQTR 10	375756	5139138	Tubulaire	26	Dépôts meubles	Nappe libre
UQTR 11	380371	5139824	Tubulaire	56	Dépôts meubles	Nappe libre
UQTR 12	380245	5139410	Tubulaire	60	Dépôts meubles	Nappe libre
UQTR 13	379481	5138189	Tubulaire	85	Dépôts meubles	Nappe libre
UQTR 14	378811	5138301	Tubulaire	78	Dépôts meubles	Nappe libre
UQTR 15	380249	5138647	Tubulaire	NA	Dépôts meubles	Nappe libre
UQTR 16	379897	5139121	Tubulaire	55	Dépôts meubles	Nappe libre
UQTR 17	380027	5138892	Tubulaire	69	Dépôts meubles	Nappe libre
UQTR 18	378717	5137356	Tubulaire	77	Dépôts meubles	Nappe libre
UQTR 19	379156	5137870	Tubulaire	87	Dépôts meubles	Nappe libre
UQTR 20	375816	5134687	Tubulaire	114	Dépôts meubles	Nappe libre
UQTR 21	379759	5138835	Tubulaire	73	Dépôts meubles	Nappe libre
UQTR 22	377052	5138562	Tubulaire	110	Dépôts meubles	Nappe libre
UQTR 23	374231	5142524	Tubulaire	40	Dépôts meubles	Nappe libre
UQTR 24	371737	5144336	Pointe filtrante	15	Dépôts meubles	Nappe libre
UQTR 25	370713	5139307	Tubulaire	70	Dépôts meubles	Nappe libre
UQTR 26	362448	5130242	Tubulaire	NA	Dépôts meubles	Nappe libre
UQTR 27	371225	5140359	Pointe filtrante	15	Dépôts meubles	Nappe libre
UQTR 28	376696	5140112	Tubulaire	70	Dépôts meubles	Nappe libre
UQTR 29	380767	5138654	Tubulaire	31	Dépôts meubles	Nappe libre
UQTR 30	379315	5138965	Tubulaire	67	Dépôts meubles	Nappe libre
UQTR 31	369642	5127683	Puits citerne	15	Dépôts meubles	Nappe libre
UQTR 32	371195	5139884	Tubulaire	170	Roc	Nappe captive
UQTR 33	364529	5141892	Tubulaire	75	Dépôts meubles	Nappe libre
UQTR 34	367347	5131753	Pointe filtrante	16	Dépôts meubles	Nappe libre
UQTR 35	367506	5138426	Pointe filtrante	15	Dépôts meubles	Nappe libre
UQTR 36	379776	5141454	Pointe filtrante	NA	Dépôts meubles	Nappe libre
UQTR 37	368739	5141225	Puits citerne	19	Dépôts meubles	Nappe libre

Station	X (mtm)	Y (mtm)	Type de puits	Profondeur (pieds)	Aquifère recoupé	Type de nappe
UQTR 38	333865	5122813	Pointe filtrante	55	Dépôts meubles	Nappe captive
UQTR 39	333223	5121585	Pointe filtrante	23	Dépôts meubles	Nappe captive
UQTR 40	367138	5142868	Tubulaire	200	Roc	Nappe captive
UQTR 41	367499	5142692	Puits citerne	NA	Dépôts meubles	Nappe libre
UQTR 42	363422	5147249	Puits citerne	13	Dépôts meubles	Nappe libre
UQTR 43	377903	5142384	Pointe filtrante	15	Dépôts meubles	Nappe libre
UQTR 44	364813	5148375	Drain horizontal	33	Dépôts meubles	Nappe libre
UQTR 45	371514	5153191	Tubulaire	135	Dépôts meubles	Nappe captive
UQTR 46	370486	5150355	Tubulaire	44	Dépôts meubles	Nappe libre
UQTR 47	368628	5144842	Tubulaire	50	Dépôts meubles	Nappe libre
UQTR 48	370379	5148121	Pointe filtrante	20	Dépôts meubles	Nappe libre
UQTR 49	356363	5164861	Tubulaire	300	Roc	Nappe libre
UQTR 50	365958	5168108	Tubulaire	325	Roc	Nappe captive
UQTR 51	365683	5168306	Tubulaire	220	Roc	Nappe captive
UQTR 52	360643	5165535	Tubulaire	225	Roc	Nappe libre
UQTR 53	367465	5151733	Tubulaire	400	Roc	Nappe captive
UQTR 54	365856	5149715	Pointe filtrante	NA	Dépôts meubles	Nappe libre
UQTR 55	365797	5153356	Tubulaire	250	Roc	Nappe libre
UQTR 56	366253	5157022	Tubulaire	NA	Dépôts meubles	Nappe libre
UQTR 57	369291	5159856	Puits citerne	18	Dépôts meubles	Nappe libre
UQTR 58	353779	5167912	Tubulaire	50	Roc	Nappe libre
UQTR 59	372377	5166717	Pointe filtrante	4	Dépôts meubles	Nappe libre
UQTR 60	365731	5168327	Tubulaire	185	Roc	Nappe captive
UQTR 61	355210	5166717	Tubulaire	180	Roc	Nappe libre
UQTR 62	365500	5168590	Tubulaire	152	Roc	Nappe captive
UQTR 63	337126	5131729	Tubulaire	119	Dépôts meubles	Nappe libre
UQTR 64	337074	5132730	Tubulaire	153	Dépôts meubles	Nappe captive
UQTR 65	334831	5132210	Tubulaire	84	Dépôts meubles	Nappe captive
UQTR 66	337938	5137438	Tubulaire	153	Dépôts meubles	Nappe captive
UQTR 67	336245	5139488	Tubulaire	196	Dépôts meubles	Nappe libre
UQTR 68	360565	5168890	Tubulaire	160	Roc	Nappe libre
UQTR 69	365307	5169296	Puits citerne	13	Dépôts meubles	Nappe libre
UQTR 70	362699	5172570	Tubulaire	240	Roc	Nappe captive
UQTR 71	365211	5170907	Tubulaire	468	Roc	Nappe libre
UQTR 72	363794	5171148	Tubulaire	230	Roc	Nappe libre
UQTR 73	360918	5170244	Pointe filtrante	23	Roc	Nappe libre
UQTR 74	370002	5167949	Puits citerne	13	Dépôts meubles	Nappe libre
UQTR 75	368725	5141231	Tubulaire	60	Roc	Nappe captive

Station	X (mtm)	Y (mtm)	Type de puits	Profondeur (pieds)	Aquifère recoupé	Type de nappe
UQTR 76	354721	5147651	Puits citerne	12	Dépôts meubles	Nappe libre
UQTR 77	358634	5152024	Pointe filtrante	NA	Dépôts meubles	Nappe libre
UQTR 78	357458	5150938	Puits citerne	12	Dépôts meubles	Nappe libre
UQTR 79	351550	5156102	Tubulaire	160	Roc	Nappe libre
UQTR 80	357993	5151459	Pointe filtrante	NA	Dépôts meubles	Nappe libre
UQTR 81	358775	5156966	Tubulaire	240	Roc	Nappe captive
UQTR 82	339778	5177811	Tubulaire	150	Dépôts meubles	Nappe libre
UQTR 83	357935	5179402	Tubulaire	NA	Roc	Nappe captive
UQTR 84	360762	5177135	Tubulaire	NA	Roc	Nappe captive
UQTR 85	353426	5171006	Tubulaire	NA	Roc	Nappe libre
UQTR 86	345552	5167952	Tubulaire	NA	Roc	Nappe libre
UQTR 87	363619	5147389	Tubulaire	195	Roc	Nappe captive
UQTR 88	370795	5148024	Tubulaire	136	Roc	Nappe captive
UQTR 89	349687	5154676	Tubulaire	250	Roc	Nappe libre
UQTR 90	361140	5170252	Tubulaire	395	Roc	Nappe libre
UQTR 91	345995	5160441	Tubulaire	125	Roc	Nappe libre
UQTR 92	353594	5162516	Tubulaire	125	Roc	Nappe captive
UQTR 93	350887	5160209	Tubulaire	150	Roc	Nappe libre
UQTR 94	337046	5125317	Tubulaire	90	Roc	Nappe captive
UQTR 95	345223	5160299	Tubulaire	240	Roc	Nappe libre
UQTR 96	343878	5161259	Tubulaire	92	Roc	Nappe libre
UQTR 97	351664	5162884	Tubulaire	70	Roc	Nappe captive
UQTR 98	347264	5162380	Puits citerne	15	Dépôts meubles	Nappe libre
UQTR 99	345777	5162010	Puits citerne	8	Dépôts meubles	Nappe libre
UQTR 100	346568	5163336	Pointe filtrante	NA	Dépôts meubles	Nappe libre
UQTR 101	347861	5164623	Puits citerne	14	Dépôts meubles	Nappe libre
UQTR 102	328207	5163971	tubulaire	NA	Roc	Nappe libre
UQTR 103	322003	5159638	tubulaire	NA	Roc	Nappe libre
UQTR 104	314557	5177401	tubulaire	NA	Roc	Nappe libre
UQTR 105	311682	5181615	tubulaire	NA	Roc	Nappe libre
UQTR 106	333976	5170446	tubulaire	NA	Dépôts meubles	Nappe libre
UQTR 107	331692	5124978	Pointe filtrante	20	Dépôts meubles	Nappe libre
UQTR 108	344581	5160362	tubulaire	500	Roc	Nappe libre
UQTR 109	347681	5157061	tubulaire	250	Roc	Nappe libre
UQTR 110	345677	5160523	tubulaire	285	Roc	Nappe libre
UQTR 111	348490	5159354	tubulaire	NA	Roc	Nappe libre
UQTR 112	352966	5163099	tubulaire	200	Roc	Nappe libre
UQTR 113	345942	5167532	tubulaire	150	Roc	Nappe libre

Station	X (mtm)	Y (mtm)	Type de puits	Profondeur (pieds)	Aquifère recoupé	Type de nappe
UQTR 114	347531	5152057	Pointe filtrante	21	Dépôts meubles	Nappe libre
UQTR 115	348364	5159920	tubulaire	50	Roc	Nappe libre
UQTR 116	350824	5150335	Puits citerne	5	Dépôts meubles	Nappe libre
UQTR 117	369442	5129802	Puits citerne	18	Dépôts meubles	Nappe libre
UQTR 118	346768	5151366	Pointe filtrante	30	Dépôts meubles	Nappe libre
UQTR 119	360604	5143725	tubulaire	20	Dépôts meubles	Nappe libre
UQTR 120	361050	5143913	tubulaire	20	Dépôts meubles	Nappe libre
UQTR 121	361092	5143960	tubulaire	20	Dépôts meubles	Nappe libre
UQTR 122	360187	5144961	tubulaire	20	Dépôts meubles	Nappe libre
UQTR 123	360072	5144862	tubulaire	20	Dépôts meubles	Nappe libre
UQTR 124	347203	5149315	tubulaire	40	Dépôts meubles	Nappe libre
UQTR 125	349089	5159665	tubulaire	260	Dépôts meubles	Nappe captive
UQTR 126	347345	5155387	tubulaire	85	Roc	Nappe libre
UQTR 127	357811	5156246	tubulaire	330	Roc	Nappe captive
UQTR 128	357610	5150366	tubulaire	28	Dépôts meubles	Nappe libre
UQTR 129	357437	5150206	tubulaire	28	Dépôts meubles	Nappe libre
UQTR 130	346602	5151610	Puits citerne	12	Dépôts meubles	Nappe libre
UQTR 131	347374	5151198	tubulaire	124	Roc	Nappe captive
UQTR 132	344257	5159570	Puits citerne	13	Dépôts meubles	Nappe libre
UQTR 133	346564	5154196	Puits citerne	11	Dépôts meubles	Nappe libre
UQTR 134	360188	5141073	tubulaire	225	Roc	Nappe captive
UQTR 135	356018	5142101	tubulaire	280	Roc	Nappe captive
UQTR 136	357610	5140773	Puits citerne	30	Dépôts meubles	Nappe libre
UQTR 137	355472	5145286	Puits citerne	6	Dépôts meubles	Nappe libre
UQTR 138	357408	5148465	Pointe filtrante	11	Dépôts meubles	Nappe libre
UQTR 139	359005	5147975	Pointe filtrante	12	Dépôts meubles	Nappe libre
UQTR 140	360355	5144667	Pointe filtrante	38	Dépôts meubles	Nappe libre
UQTR 141	338911	5140567	tubulaire	50	Dépôts meubles	Nappe captive
UQTR 142	349450	5149224	Source	NA	Dépôts meubles	Nappe libre
UQTR 143	332156	5145448	Puits citerne	NA	Dépôts meubles	Nappe libre
UQTR 144	351403	5146004	Source	NA	Dépôts meubles	Nappe captive
UQTR 145	335327	5134898	tubulaire	400	Roc	Nappe libre
UQTR 146	334168	5135331	tubulaire	55	Roc	Nappe libre
UQTR 147	354482	5144388	Puits citerne	18	Dépôts meubles	Nappe libre
UQTR 148	353829	5145597	Puits citerne	12	Dépôts meubles	Nappe libre
UQTR 149	335946	5130818	Puits citerne	13	Dépôts meubles	Nappe libre
UQTR 150	342490	5146826	Puits citerne	18	Dépôts meubles	Nappe libre
UQTR 151	336340	5134179	Puits citerne	20	Dépôts meubles	Nappe libre

Station	X (mtm)	Y (mtm)	Type de puits	Profondeur (pieds)	Aquifère recoupé	Type de nappe
UQTR 152	334367	5132122	Puits citerne	20	Dépôts meubles	Nappe libre
UQTR 153	335818	5131493	Puits citerne	18	Dépôts meubles	Nappe libre
UQTR 154	330035	5134310	Puits citerne	16	Dépôts meubles	Nappe libre
UQTR 155	335412	5140712	tubulaire	198	Dépôts meubles	Nappe captive
UQTR 156	326879	5152284	Puits citerne	20	Dépôts meubles	Nappe libre
UQTR 157	338720	5142006	tubulaire	200	Roc	Nappe captive
UQTR 158	332519	5155131	tubulaire	600	Roc	Nappe libre
UQTR 159	348544	5148518	tubulaire	18	Dépôts meubles	Nappe libre
UQTR 160	369902	5164837	tubulaire	25	Dépôts meubles	Nappe libre
UQTR 161	370262	5164734	tubulaire	25	Dépôts meubles	Nappe libre
UQTR 162	336478	5136475	Puits citerne	29	Dépôts meubles	Nappe libre
UQTR 163	340922	5136504	tubulaire	300	Roc	Nappe captive
UQTR 164	338060	5135162	Puits citerne	17	Dépôts meubles	Nappe libre
UQTR 165	339764	5133677	Puits citerne	21	Dépôts meubles	Nappe libre
UQTR 166	337501	5137044	Puits citerne	NA	Dépôts meubles	Nappe libre
UQTR 167	342594	5135631	Pointe filtrante	20	Dépôts meubles	Nappe libre
UQTR 168	343286	5136614	tubulaire	180	Roc	Nappe captive
UQTR 169	342147	5137175	Puits citerne	25	Dépôts meubles	Nappe libre
UQTR 170	342223	5137243	tubulaire	225	Roc	Nappe captive
UQTR 171	331597	5128272	Puits citerne	25	Dépôts meubles	Nappe libre
UQTR 172	332275	5132388	tubulaire	100	Dépôts meubles	Nappe libre
UQTR 173	332274	5132388	tubulaire	100	Dépôts meubles	Nappe libre
UQTR 174	344563	5122063	Puits citerne	10	Dépôts meubles	Nappe libre
UQTR 175	344550	5122027	Puits citerne	8	Dépôts meubles	Nappe libre
UQTR 176	348069	5147183	tubulaire	98	Dépôts meubles	Nappe libre
UQTR 177	330637	5130036	tubulaire	120	Roc	Nappe libre
UQTR 178	334497	5149511	tubulaire	69	Roc	Nappe captive
UQTR 179	328018	5151083	tubulaire	220	Roc	Nappe libre
UQTR 180	334566	5150056	Puits citerne	17	Dépôts meubles	Nappe libre
UQTR 181	360902	5132796	Piézomètre	19	Dépôts meubles	Nappe libre
UQTR 182	360397	5133259	Piézomètre	10	Dépôts meubles	Nappe libre
UQTR 183	359990	5133630	Piézomètre	31	Dépôts meubles	Nappe libre
UQTR 184	372280	5133480	Piézomètre	40	Dépôts meubles	Nappe libre
UQTR 185	348287	5148727	Piézomètre	52	Dépôts meubles	Nappe libre
UQTR 186	347623	5148605	Piézomètre	100	Dépôts meubles	Nappe libre
UQTR 187	333798	5122792	Pointe filtrante	NA	Dépôts meubles	Nappe captive
UQTR 188	347443	5147994	Piézomètre	75	Dépôts meubles	Nappe libre
UQTR 189	360373	5133830	Piézomètre	15	Dépôts meubles	Nappe libre

Station	X (mtm)	Y (mtm)	Type de puits	Profondeur (pieds)	Aquifère recoupé	Type de nappe
UQTR 190	360881	5134169	Piézomètre	15	Dépôts meubles	Nappe libre
UQTR 191	361065	5133413	Piézomètre	15	Dépôts meubles	Nappe libre
UQTR 192	361562	5132068	Piézomètre	32	Dépôts meubles	Nappe libre
UQTR 193	367296	5133516	Piézomètre	67	Dépôts meubles	Nappe libre
UQTR 194	372916	5144762	Piézomètre	37	Dépôts meubles	Nappe libre
UQTR 195	376047	5142032	Piézomètre	38	Dépôts meubles	Nappe libre
UQTR 196	377879	5142073	Piézomètre	32	Dépôts meubles	Nappe libre
UQTR 197	376894	5140489	Piézomètre	72	Dépôts meubles	Nappe libre
UQTR 198	368652	5136767	Piézomètre	42	Dépôts meubles	Nappe libre
UQTR 199	368652	5136766	Piézomètre	100	Dépôts meubles	Nappe libre
UQTR 200	332453	5146534	tubulaire	210	Dépôts meubles	Nappe captive
UQTR 201	348122	5157242	tubulaire	300	Roc	Nappe libre
UQTR 202	336319	5133795	Drain horizontal	7	Dépôts meubles	Nappe libre
UQTR 204	373042,8	5141081	Piézomètre	46	Dépôts meubles	Nappe libre
UQTR 205	373043,6	5141082	Piézomètre	86	Dépôts meubles	Nappe libre
UQTR 206	373110,3	5141124	Piézomètre	79	Dépôts meubles	Nappe libre
UQTR 207	373115	5141117	tubulaire	81	Dépôts meubles	Nappe libre
UQTR 208	373115,1	5141125	Piézomètre	119	Dépôts meubles	Nappe captive
UQTR 209	373114,9	5141259	Piézomètre	50	Dépôts meubles	Nappe libre
UQTR 210	373141	5141015	tubulaire	60	Dépôts meubles	Nappe libre
UQTR 211	357374	5136459	tubulaire	295	Roc	Nappe captive
UQTR 212	349853	5151091	Piézomètre	110	Dépôts meubles	Nappe libre
UQTR 213	364820	5148031	Piézomètre	175	Dépôts meubles	Nappe captive
UQTR 214	343390	5133566	Source	NA	Dépôts meubles	Nappe libre
UQTR 215	333771	5122801	Piézomètre	82	Dépôts meubles	Nappe captive
UQTR 216	381190	5138328	Piézomètre	175	Dépôts meubles	Nappe captive
UQTR 217	348752	5130989	Piézomètre	257	Roc	Nappe captive
UQTR 218	351295	5134429	Piézomètre	200	Dépôts meubles	Nappe captive
UQTR 219 - 1	326688	5145546	Piézomètre	57	Dépôts meubles	Nappe libre
UQTR 219 - 2	326688	5145546	Piézomètre	57	Dépôts meubles	Nappe libre
UQTR 220	350824	5145339	Piézomètre	417	Dépôts meubles	Nappe captive
UQTR 221	337959	5138681	Piézomètre	276	Dépôts meubles	Nappe captive
UQTR 222	369983	5150869	Piézomètre	235	Dépôts meubles	Nappe captive
UQTR 223	372998	5167022	Pointe filtrante	5	Dépôts meubles	Nappe libre
UQTR 224	372001	5166202	Pointe filtrante	22	Dépôts meubles	Nappe libre
UQTR 225	356443	5138520	tubulaire	300	Roc	Nappe captive
UQTR 226	367379	5139934	Source	NA	Dépôts meubles	Nappe libre
UQTR 227 - 1	377294	5139022	Tubulaire	92	Dépôts meubles	Nappe libre

Station	X (mtm)	Y (mtm)	Type de puits	Profondeur (pieds)	Aquifère recoupé	Type de nappe
UQTR 227 - 2	377294	5139022	Tubulaire	92	Dépôts meubles	Nappe libre
UQTR 227 - 3	377294	5139022	Tubulaire	92	Dépôts meubles	Nappe libre
UQTR 227 - 4	377294	5139022	Tubulaire	92	Dépôts meubles	Nappe libre
UQTR 227 - 5	377294	5139022	Tubulaire	92	Dépôts meubles	Nappe libre
UQTR 228 - 1	378197	5137358	Tubulaire	91	Dépôts meubles	Nappe libre
UQTR 228 - 2	378197	5137358	Tubulaire	91	Dépôts meubles	Nappe libre
UQTR 228 - 3	378197	5137358	Tubulaire	91	Dépôts meubles	Nappe libre
UQTR 228 - 4	378197	5137358	Tubulaire	91	Dépôts meubles	Nappe libre
UQTR 228 - 5	378197	5137358	Tubulaire	91	Dépôts meubles	Nappe libre
UQTR 229	373345	5141714	Tubulaire	59	Dépôts meubles	Nappe libre
UQTR 301	368647	5137015	Tubulaire	125	Dépôts meubles	Nappe libre
UQTR 302	368647	5137015	Tubulaire	110	Dépôts meubles	Nappe libre
UQTR 303	368647	5137015	Tubulaire	95	Dépôts meubles	Nappe libre
UQTR 304	368647	5137015	Tubulaire	80	Dépôts meubles	Nappe libre
UQTR 305	368647	5137015	Tubulaire	65	Dépôts meubles	Nappe libre
UQTR 306	368647	5137015	Tubulaire	50	Dépôts meubles	Nappe libre
UQTR 307	368647	5137015	Tubulaire	35	Dépôts meubles	Nappe libre

Tableau B.2
Base de données géochimiques – Géologie en place

Station	Géologie en place
UQTR 1	Alluvions actuelles
UQTR 2	Alluvions actuelles
UQTR 3	Sédiments deltaïques (Lacustre)
UQTR 4	Sédiments deltaïques (Lacustre)
UQTR 5	Sédiments deltaïques (Lacustre)
UQTR 6	Sédiments deltaïques (Lacustre)
UQTR 7	Sédiments deltaïques (Lacustre)
UQTR 8	Sédiments deltaïques (marin)
UQTR 10	Sédiments littoraux, pré littoraux et d'exondation (lacustre)
UQTR 11	Sédiments deltaïques (Lacustre)
UQTR 12	Sédiments deltaïques (Lacustre)
UQTR 13	Sédiments littoraux, pré littoraux et d'exondation (lacustre)
UQTR 14	Sédiments littoraux, pré littoraux et d'exondation (lacustre)
UQTR 15	Sédiments littoraux, pré littoraux et d'exondation (lacustre)
UQTR 16	Sédiments littoraux, pré littoraux et d'exondation (lacustre)
UQTR 17	Sédiments littoraux, pré littoraux et d'exondation (lacustre)
UQTR 18	Alluvions actuelles
UQTR 19	Sédiments littoraux, pré littoraux et d'exondation (lacustre)
UQTR 20	Alluvions actuelles
UQTR 21	Sédiments littoraux, pré littoraux et d'exondation (lacustre)
UQTR 22	Sédiments littoraux, pré littoraux et d'exondation (lacustre)
UQTR 23	Sédiments deltaïques (marin)
UQTR 24	Sédiments deltaïques (marin)
UQTR 25	Alluvions actuelles
UQTR 26	Sédiments deltaïques (Lacustre)
UQTR 27	Alluvions actuelles
UQTR 28	Sédiments littoraux, pré littoraux et d'exondation (lacustre)
UQTR 29	Alluvions actuelles
UQTR 30	Sédiments littoraux, pré littoraux et d'exondation (lacustre)
UQTR 31	Alluvions actuelles
UQTR 32	Ordovicien moyen / Groupe d'Utica / Shale d'Utica : Shale
UQTR 33	Alluvions actuelles
UQTR 34	Sédiments deltaïques (Lacustre)
UQTR 35	Sédiments deltaïques (Lacustre)
UQTR 36	Sédiments littoraux, pré littoraux et d'exondation (lacustre)
UQTR 37	Alluvions actuelles

Station	Géologie en place
UQTR 38	Sédiments juxtaglaciaires (sables et graviers)
UQTR 39	Sédiments juxtaglaciaires (sables et graviers)
UQTR 40	Ordovicien moyen / Groupe de Trenton / Formation de Deschambault : Calcaire cristallin à crinoïdes
UQTR 41	Alluvions actuelles
UQTR 42	Sédiments deltaïques (marin)
UQTR 43	Sédiments littoraux, pré-littoraux et d'exondation (lacustre)
UQTR 44	Sédiments deltaïques (marin)
UQTR 45	Sédiments juxtaglaciaires (sables et graviers)
UQTR 46	Sédiments littoraux, pré-littoraux et d'exondation (marin)
UQTR 47	Sédiments deltaïques (marin)
UQTR 48	Sédiments littoraux, pré-littoraux et d'exondation (marin)
UQTR 49	Mésoprotérozoïque / Complexe de Jésusite / Mélange de roches très déformées d'origine ignée, métamorphique, volcanique et sédimentaire
UQTR 50	Mésoprotérozoïque / Domaine de Mékinac-Taureau / Complexe de Mékinac : Orthogneiss granitique à monzonitique, à orthopyroxène et migmatiques
UQTR 51	Mésoprotérozoïque / Domaine de Mékinac-Taureau / Complexe de Mékinac : Orthogneiss granitique à monzonitique, à orthopyroxène et migmatiques
UQTR 52	Mésoprotérozoïque / Complexe de Jésusite / Mélange de roches très déformées d'origine ignée, métamorphique, volcanique et sédimentaire
UQTR 53	Mésoprotérozoïque / Domaine Portneuf Mauricie / Complexe de la Bostonnais : Orthogneiss tonalitique, granodioritique et dioritique
UQTR 54	Sédiments deltaïques (marin)
UQTR 55	Mésoprotérozoïque / Complexe de Jésusite / Mélange de roches très déformées d'origine ignée, métamorphique, volcanique et sédimentaire
UQTR 56	Sédiments deltaïques (marin)
UQTR 57	Sédiments deltaïques (marin)
UQTR 58	Granite
UQTR 59	Sédiments littoraux, pré-littoraux et d'exondation (marin)
UQTR 60	Mésoprotérozoïque / Domaine de Mékinac-Taureau / Complexe de Mékinac : Orthogneiss granitique à monzonitique, à orthopyroxène et migmatiques
UQTR 61	Mésoprotérozoïque / Complexe de Jésusite / Mélange de roches très déformées d'origine ignée, métamorphique, volcanique et sédimentaire
UQTR 62	Mésoprotérozoïque / Domaine de Mékinac-Taureau / Complexe de Mékinac : Orthogneiss granitique à monzonitique, à orthopyroxène et migmatiques
UQTR 63	Sédiments littoraux, pré-littoraux et d'exondation (marin)
UQTR 64	Sédiments juxtaglaciaires (sables et graviers)
UQTR 65	Sédiments juxtaglaciaires (sables et graviers)
UQTR 66	Sédiments juxtaglaciaires (sables et graviers)
UQTR 67	Sédiments d'épandage proglaciaire
UQTR 68	Mésoprotérozoïque / Domaine de Mékinac-Taureau / Complexe de Mékinac : Orthogneiss granitique à monzonitique, à orthopyroxène et migmatiques
UQTR 69	Alluvions actuelles

Station	Géologie en place
UQTR 70	Mésoprotérozoïque / Domaine de Mékinac-Taureau / Complexe de Mékinac : Orthogneiss granitique à monzonitique, à orthopyroxène et migmatiques
UQTR 71	Mésoprotérozoïque / Domaine de Mékinac-Taureau / Complexe de Mékinac : Orthogneiss granitique à monzonitique, à orthopyroxène et migmatiques
UQTR 72	Mésoprotérozoïque / Domaine de Mékinac-Taureau / Complexe de Mékinac : Orthogneiss granitique à monzonitique, à orthopyroxène et migmatiques
UQTR 73	Mésoprotérozoïque / Domaine de Mékinac-Taureau / Complexe de Mékinac : Orthogneiss granitique à monzonitique, à orthopyroxène et migmatiques
UQTR 74	Sédiments deltaïques (marin)
UQTR 75	Ordovicien moyen / Groupe de Trenton / Membre de Grondines : Calcaire argileux, shale
UQTR 76	Sédiments deltaïques (marin)
UQTR 77	Sédiments deltaïques (marin)
UQTR 78	Sédiments deltaïques (marin)
UQTR 79	Mésoprotérozoïque / Suite intrusives / Gabbronorite de Shawinigan : Gabbronorite et anorthosite gabbroïque
UQTR 80	Sédiments deltaïques (marin)
UQTR 81	Mésoprotérozoïque / Terrane de Morin / Paragneiss de Saint-Boniface : Métasédiments détritiques ou carbonatées et roches d'origine volcanique
UQTR 82	Sédiments d'épandage proglaciaire
UQTR 83	Mésoprotérozoïque / Domaine de Mékinac-Taureau / Complexe de Mékinac : Orthogneiss granitique à monzonitique, à orthopyroxène et migmatiques
UQTR 84	Mésoprotérozoïque / Domaine de Mékinac-Taureau / Complexe de Mékinac : Orthogneiss granitique à monzonitique, à orthopyroxène et migmatiques
UQTR 85	Granite
UQTR 86	Mésoprotérozoïque / Domaine de Mékinac-Taureau / Complexe de Mékinac : Orthogneiss granitique à monzonitique, à orthopyroxène et migmatiques
UQTR 87	Mésoprotérozoïque / Complexe de Jésusite / Mélange de roches très déformées d'origine ignée, métamorphique, volcanique et sédimentaire
UQTR 88	Ordovicien moyen / Groupe de Black River / Formation de la Gabelle : Grès
UQTR 89	Mésoprotérozoïque / Suite intrusives / Gabbronorite de Shawinigan : Gabbronorite et anorthosite gabbroïque
UQTR 90	Mésoprotérozoïque / Domaine de Mékinac-Taureau / Complexe de Mékinac : Orthogneiss granitique à monzonitique, à orthopyroxène et migmatiques
UQTR 91	Mésoprotérozoïque / Complexe de Jésusite / Mélange de roches très déformées d'origine ignée, métamorphique, volcanique et sédimentaire
UQTR 92	Mésoprotérozoïque / Complexe de Jésusite / Mélange de roches très déformées d'origine ignée, métamorphique, volcanique et sédimentaire
UQTR 93	Mésoprotérozoïque / Terrane de Morin / Paragneiss de Saint-Boniface : Métasédiments détritiques ou carbonatées et roches d'origine volcanique
UQTR 94	Ordovicien moyen / Groupe de Trenton / Membre de Grondines : Calcaire argileux, shale
UQTR 95	Mésoprotérozoïque / Complexe de Jésusite / Mélange de roches très déformées d'origine ignée, métamorphique, volcanique et sédimentaire
UQTR 96	Mésoprotérozoïque / Complexe de Jésusite / Mélange de roches très déformées d'origine ignée, métamorphique, volcanique et sédimentaire
UQTR 97	Paragneiss avec +/- grenat et +/- sillimanite
UQTR 98	Sédiments deltaïques (marin)

Station	Géologie en place
UQTR 99	Till continue
UQTR 100	Sédiments juxtaglaciaires (sables et graviers)
UQTR 101	Sédiments deltaïques (marin)
UQTR 102	Mésoprotérozoïque/ Terrane de Morin / Complexe de Saint-Paulin : Gneiss non subdiviés à hornblend, +- pyroxène et plagioclase : métasédiments
UQTR 103	Mésoprotérozoïque/ Terrane de Morin / Complexe de Saint-Paulin:Gneiss non subdiviés à hornblend, +- pyroxène et plagioclase : métasédiments
UQTR 104	Mésoprotérozoïque / Domaine de Mékinac-Taureau / Complexe de Mékinac : Orthogneiss granitique à monzonitique, à orthopyroxène et migmatiques
UQTR 105	Mésoprotérozoïque / Domaine de Mékinac-Taureau / Complexe de Mékinac : Orthogneiss granitique à monzonitique, à orthopyroxène et migmatiques
UQTR 106	Till remanié sur roc
UQTR 107	Till remanié sur roc
UQTR 108	Mésoprotérozoïque / Complexe de Jésusite / Mélange de roches très déformées d'origine ignée, métamorphique, volcanique et sédimentaire
UQTR 109	Mésoprotérozoïque / Complexe de Jésusite / Mélange de roches très déformées d'origine ignée, métamorphique, volcanique et sédimentaire
UQTR 110	Mésoprotérozoïque / Complexe de Jésusite / Mélange de roches très déformées d'origine ignée, métamorphique, volcanique et sédimentaire
UQTR 111	Mésoprotérozoïque / Complexe de Jésusite / Mélange de roches très déformées d'origine ignée, métamorphique, volcanique et sédimentaire
UQTR 112	Mésoprotérozoïque / Complexe de Jésusite / Mélange de roches très déformées d'origine ignée, métamorphique, volcanique et sédimentaire
UQTR 113	Mésoprotérozoïque / Domaine de Mékinac-Taureau / Complexe de Mékinac : Orthogneiss granitique à monzonitique, à orthopyroxène et migmatiques
UQTR 114	Sédiments deltaïques (marin)
UQTR 115	Mésoprotérozoïque / Complexe de Jésusite / Mélange de roches très déformées d'origine ignée, métamorphique, volcanique et sédimentaire
UQTR 116	Sédiments deltaïques (marin)
UQTR 117	Sédiments deltaïques (Lacustre)
UQTR 118	Sédiments deltaïques (marin)
UQTR 119	Sédiments deltaïques (marin)
UQTR 120	Sédiments deltaïques (marin)
UQTR 121	Sédiments deltaïques (marin)
UQTR 122	Sédiments deltaïques (marin)
UQTR 123	Sédiments deltaïques (marin)
UQTR 124	Sédiments deltaïques (marin)
UQTR 125	Sédiments juxtaglaciaires (sables et graviers)
UQTR 126	Mésoprotérozoïque / Suites intrusives / Monzonite de Saint-Didace : Monzonite et monzogranite porphyriques
UQTR 127	Mésoprotérozoïque / Terrane de Morin / Paragneiss de Saint-Boniface : Métasédiments détritiques ou carbonatées et roches d'origine volcanique
UQTR 128	Sédiments deltaïques (marin)
UQTR 129	Sédiments deltaïques (marin)

Station	Géologie en place
UQTR 130	Sédiments juxtaglaciaires (sables et graviers)
UQTR 131	Mésoprotérozoïque/ Terrane de Morin / Complexe de Saint-Paulin : Gneiss non subdiviés à hornblend, +- pyroxène et plagioclase : métasédiments
UQTR 132	Sédiments juxtaglaciaires (sables et graviers)
UQTR 133	Sédiments juxtaglaciaires (sables et graviers)
UQTR 134	Ordovicien moyen / Groupe de Trenton / Formation de Deschambault : Calcaire cristallin à crinoïdes
UQTR 135	Ordovicien moyen / Groupe de Trenton / Formation de Deschambault : Calcaire cristallin à crinoïdes
UQTR 136	Sédiments deltaïques (marin)
UQTR 137	Sédiments littoraux, pré-littoraux et d'exondation (marin)
UQTR 138	Sédiments deltaïques (marin)
UQTR 139	Sédiments deltaïques (marin)
UQTR 140	Sédiments deltaïques (marin)
UQTR 141	Sédiments juxtaglaciaires (sables et graviers)
UQTR 142	Sédiments littoraux, pré-littoraux et d'exondation (marin)
UQTR 143	Sédiments deltaïques (marin)
UQTR 144	Sédiments juxtaglaciaires (sables et graviers)
UQTR 145	Mésoprotérozoïque / Suites intrusives / Monzonite de Saint-Didace : Monzonite et monzogranite porphyriques
UQTR 146	Mésoprotérozoïque / Suites intrusives / Monzonite de Saint-Didace : Monzonite et monzogranite porphyriques
UQTR 147	Sédiments littoraux, pré-littoraux et d'exondation (marin)
UQTR 148	Sédiments littoraux, pré-littoraux et d'exondation (marin)
UQTR 149	Sédiments littoraux, pré-littoraux et d'exondation (marin)
UQTR 150	Sédiments littoraux, pré-littoraux et d'exondation (marin)
UQTR 151	Sédiments deltaïques (marin)
UQTR 152	Sédiments littoraux, pré-littoraux et d'exondation (marin)
UQTR 153	Sédiments littoraux, pré-littoraux et d'exondation (marin)
UQTR 154	Till remanié
UQTR 155	Sédiments juxtaglaciaires (sables et graviers)
UQTR 156	Till en couverture discontinue
UQTR 157	Mésoprotérozoïque/ Terrane de Morin / Complexe de Saint-Paulin : Gneiss non subdiviés à hornblend, +- pyroxène et plagioclase : métasédiments
UQTR 158	Mésoprotérozoïque / Suites intrusives / Monzonite de Saint-Didace : Monzonite et monzogranite porphyriques
UQTR 159	Sédiments deltaïques (marin)
UQTR 160	Sédiments deltaïques (marin)
UQTR 161	Sédiments deltaïques (marin)
UQTR 162	Sédiments d'épandage proglaciaire
UQTR 163	Mésoprotérozoïque / Terrane de Morin / Paragneiss de Saint-Boniface : Métasédiments détritiques ou carbonatées et roches d'origine volcanique
UQTR 164	Sédiments littoraux, pré-littoraux et d'exondation (marin)

Station	Géologie en place
UQTR 165	Sédiments littoraux, pré littoraux et d'exondation (marin)
UQTR 166	Sédiments d'épandage proglaciaire
UQTR 167	Sédiments littoraux, pré littoraux et d'exondation (marin)
UQTR 168	Mésoprotérozoïque/ Terrane de Morin / Complexe de Saint-Paulin : Gneiss non subdiviés à hornblende, +/- pyroxène et plagioclase : métasédiments
UQTR 169	Sédiments littoraux, pré littoraux et d'exondation (marin)
UQTR 170	Mésoprotérozoïque / Terrane de Morin / Paragneiss de Saint-Boniface : Métasédiments détritiques ou carbonatées et roches d'origine volcanique
UQTR 171	Till remanié sur roc
UQTR 172	Sédiments deltaïques (marin)
UQTR 173	Sédiments deltaïques (marin)
UQTR 174	Alluvions actuelles
UQTR 175	Alluvions actuelles
UQTR 176	Sédiments deltaïques (marin)
UQTR 177	Mésoprotérozoïque/ Terrane de Morin / Complexe de Saint-Paulin : Gneiss non subdiviés à hornblende, +/- pyroxène et plagioclase : métasédiments
UQTR 178	Mésoprotérozoïque / Suite intrusives / Gabbro-norite de Shawinigan : Gabbro-norite et anorthosite gabbroïque
UQTR 179	Mésoprotérozoïque / Suites intrusives / Monzonite de Saint-Didace : Monzonite et monzogranite porphyriques
UQTR 180	Alluvions actuelles
UQTR 181	Sédiments deltaïques (Lacustre)
UQTR 182	Sédiments deltaïques (Lacustre)
UQTR 183	Sédiments deltaïques (Lacustre)
UQTR 184	Till remanié
UQTR 185	Sédiments deltaïques (marin)
UQTR 186	Sédiments deltaïques (marin)
UQTR 187	Sédiments juxtaglaciaires (sables et graviers)
UQTR 188	Sédiments deltaïques (marin)
UQTR 189	Sédiments deltaïques (Lacustre)
UQTR 190	Sédiments deltaïques (Lacustre)
UQTR 191	Sédiments deltaïques (Lacustre)
UQTR 192	Sédiments deltaïques (Lacustre)
UQTR 193	Sédiments deltaïques (Lacustre)
UQTR 194	Sédiments deltaïques (marin)
UQTR 195	Sédiments littoraux, pré littoraux et d'exondation (lacustre)
UQTR 196	Sédiments littoraux, pré littoraux et d'exondation (lacustre)
UQTR 197	Sédiments littoraux, pré littoraux et d'exondation (lacustre)
UQTR 198	Sédiments deltaïques (Lacustre)
UQTR 199	Sédiments deltaïques (Lacustre)
UQTR 200	Sédiments juxtaglaciaires (sables et graviers)

Station	Géologie en place
UQTR 201	Mésoprotérozoïque / Terrane de Morin / Paragneiss de Saint-Boniface : Métasédiments détritiques ou carbonatées et roches d'origine volcanique
UQTR 202	Sédiments deltaïques (marin)
UQTR 204	Alluvions actuelles
UQTR 205	Alluvions actuelles
UQTR 206	Alluvions actuelles
UQTR 207	Alluvions actuelles
UQTR 208	Sédiments pré-wisconsinien (sable fin silteux gris avec gravier)
UQTR 209	Alluvions actuelles
UQTR 210	Alluvions actuelles
UQTR 211	Ordovicien moyen / Groupe de Trenton / Membre Saint-Casimir : Calcaire cristallin micritique et nodulaire
UQTR 212	Sédiments deltaïques (marin)
UQTR 213	Sédiments juxtaglaciaires (sables et graviers)
UQTR 214	Sédiments littoraux, pré-littoraux et d'exondation (marin)
UQTR 215	Sédiments juxtaglaciaires (sables et graviers)
UQTR 216	Sédiments fins d'eau profonde (marin)
UQTR 217	Ordovicien moyen / Groupe de Trenton / Membre Saint-Casimir : Calcaire cristallin micritique et nodulaire
UQTR 218	Sédiments juxtaglaciaires (sables et graviers)
UQTR 219 - 1	Sédiments deltaïques (marin)
UQTR 219 - 2	Sédiments deltaïques (marin)
UQTR 220	Sédiments juxtaglaciaires (sables et graviers)
UQTR 221	Sédiments juxtaglaciaires (sables et graviers)
UQTR 222	Sédiments juxtaglaciaires (sables et graviers)
UQTR 223	Sédiments littoraux, pré-littoraux et d'exondation (marin)
UQTR 224	Sédiments littoraux, pré-littoraux et d'exondation (marin)
UQTR 225	Ordovicien moyen / Groupe de Trenton / Formation de Deschambault : Calcaire cristallin à crinoïdes
UQTR 226	Alluvions actuelles
UQTR 227 - 1	Sédiments littoraux, pré-littoraux et d'exondation (lacustre)
UQTR 227 - 2	Sédiments littoraux, pré-littoraux et d'exondation (lacustre)
UQTR 227 - 3	Sédiments littoraux, pré-littoraux et d'exondation (lacustre)
UQTR 227 - 4	Sédiments littoraux, pré-littoraux et d'exondation (lacustre)
UQTR 227 - 5	Sédiments littoraux, pré-littoraux et d'exondation (lacustre)
UQTR 228 - 1	Alluvions actuelles
UQTR 228 - 2	Alluvions actuelles
UQTR 228 - 3	Alluvions actuelles
UQTR 228 - 4	Alluvions actuelles
UQTR 228 - 5	Alluvions actuelles

Station	Géologie en place
UQTR 229	Sédiments deltaïques (marin)
UQTR 301	Sédiments deltaïques (Lacustre)
UQTR 302	Sédiments deltaïques (Lacustre)
UQTR 303	Sédiments deltaïques (Lacustre)
UQTR 304	Sédiments deltaïques (Lacustre)
UQTR 305	Sédiments deltaïques (Lacustre)
UQTR 306	Sédiments deltaïques (Lacustre)
UQTR 307	Sédiments deltaïques (Lacustre)

Tableau B.3
Base de données géochimiques – Paramètres isotopiques

Station	Tritium (TU)	Carbone 13 (‰ vs PDB)	Azote 15 (‰ vs atmosphérique)	Deutérium (‰ vs VSMOW)	Oxygène 18 (‰ vs VSMOW)	Carbone 14 (‰)	Carbone 14 (pMC)
UQTR 1	21,0	-	-	-80,9	-12,00	-	-
UQTR 4	36,3	-	-	-80,6	-11,82	-	-
UQTR 7	12,3	-	-	-81,4	-12,05	-	-
UQTR 8	13,2	-	-	-82,2	-12,21	-	-
UQTR 12	20,3	-	-	-81,1	-11,98	-	-
UQTR 20	12,0	-	-	-87,2	-12,67	-	-
UQTR 23	13,2	-	-	-72,0	-10,86	-	-
UQTR 27	19,7	-	-	-83,2	-12,19	-	-
UQTR 28	15,2	-	-	-79,7	-11,77	-	-
UQTR 30	21,8	-	-	-81,6	-11,95	-	-
UQTR 32	-	14,03	-	-89,6	-12,95	30310 ± 200 BP	2,28
UQTR 36	21,7	-	-	-80,9	-11,85	-	-
UQTR 38	10,6	-	-	-77,9	-11,61	-	-
UQTR 40	-	-4,96	-	-82,7	-12,10	16498 ± 55 BP	12,73
UQTR 41	15,7	-	-	-84,4	-	-	-
UQTR 45	11,7	-	-	-84,4	-12,26	-	-
UQTR 57	14,0	-	-	-85,4	-12,44	-	-
UQTR 63	11,9	-	-	-81,9	-12,05	-	-
UQTR 65	12,7	-	-	-81,1	-11,97	-	-
UQTR 66	10,4	-	-	-83,8	-12,31	-	-
UQTR 67	14,7	-	-	-80,3	-11,72	-	-
UQTR 74	16,9	-	-	-85,1	-12,48	-	-
UQTR 76	18,6	-	-	-81,8	-12,20	-	-
UQTR 82	13,5	-	-	-84,2	-12,32	-	-
UQTR 83	12,7	-	-	-86,6	-12,43	-	-
UQTR 84	14,6	-	-	-83,0	-12,04	-	-
UQTR 85	12,2	-	-	-83,7	-12,18	-	-
UQTR 102	14,0	-	-	-83,4	-12,34	-	-
UQTR 103	8,8	-	-	-85,4	-12,55	-	-
UQTR 104	14,9	-	-	-89,4	-12,99	-	-
UQTR 105	13,6	-	-	-84,2	-12,28	-	-
UQTR 106	9,1	-	-	-81,0	-11,90	-	-
UQTR 122	16,0	-	-	-81,5	-12,05	-	-
UQTR 123	14,8	-	-	-81,1	-11,91	-	-
UQTR 124	14,6	-	-	-82,7	-12,23	-	-
UQTR 125	8,3	-	-	-82,8	-12,21	-	-
UQTR 129	12,9	-	-	-80,8	-11,93	-	-

Station	Tritium (TU)	Carbone 13 (‰ vs PDB)	Azote 15 (‰ vs atmosphérique)	Deutérium (‰ vs VSMOW)	Oxygène 18 (‰ vs VSMOW)	Carbone 14 (‰)	Carbone 14 (pMC)
UQTR 139	16,6	-	-	-85,2	-12,66	-	-
UQTR 143	12,0	-	-	-81,8	-12,28	-	-
UQTR 150	14,8	-	-	-78,2	-11,14	-	-
UQTR 153	16,6	-	-	-83,0	-12,08	-	-
UQTR 161	15,0	-	-	-83,9	-12,38	-	-
UQTR 165	17,1	-	-	-80,9	-11,93	-	-
UQTR 173	13,6	-	-	-81,4	-11,95	-	-
UQTR 174	19,8	-	-	-82,1	-11,87	-	-
UQTR 176	11,8	-	-	-84,8	-12,51	-	-
UQTR 179	11,2	-	-	-80,0	-11,86	-	-
UQTR 201	6,9	-	-	-82,5	-12,00	-	-
UQTR 202	13,0	-	-	-84,6	-12,23	-	-
UQTR 204	16,0	-	-	-85,4	-12,38	-	-
UQTR 205	9,1	-	3,02	-85,6	-12,47	-	-
UQTR 206	11,6	-	3,78	-84,9	-12,35	-	-
UQTR 207	9,7	-	5,68	-83,1	-12,19	-	-
UQTR 208	9,0	-	-	-88,7	-12,69	-	-
UQTR 209	13,8	-	4,67	-85,0	-12,35	-	-
UQTR 210	-	-	-	-85,4	-12,44	-	-
UQTR 211	-	-13,90	-	-71,6	-9,90	14533 ± 50 BP	16,26

Tableau B.4
Base de données géochimiques – Paramètres bactériologiques

Station	Bactéries atypiques (UFC/Mem)	Coliformes totaux (UFC/100 ml)	Coliformes fécaux (UFC/100 ml)	Bactéries E.Coli (UFC/100 ml)	Bactéries entérocoques (UFC/100 ml)
UQTR 20	0	0	0	0	0
UQTR 23	0	0	0	0	0
UQTR 24	0	1	0	0	0
UQTR 25	0	79	0	0	54
UQTR 26	0	80	53	53	67
UQTR 27	0	42	0	0	0
UQTR 31	100	80	0	0	0
UQTR 32	106	0	0	0	0
UQTR 33	6	8	0	0	2
UQTR 34	0	0	0	0	0
UQTR 35	0	0	0	0	0
UQTR 36	0	0	0	0	0
UQTR 37	0	0	0	0	0
UQTR 38	0	0	0	0	0
UQTR 39	0	0	0	0	0
UQTR 40	0	1	0	0	0
UQTR 41	1	1	0	0	0
UQTR 42	0	0	0	0	0
UQTR 43	0	3	0	0	0
UQTR 48	0	5	0	0	0
UQTR 49	8	7	0	0	0
UQTR 50	0	0	0	0	0
UQTR 51	45	4	0	0	0
UQTR 52	13	4	0	0	0
UQTR 53	0	80	0	0	61
UQTR 54	0	1	0	0	0
UQTR 55	0	0	0	0	0
UQTR 56	0	0	0	0	0
UQTR 57	4	15	0	0	1
UQTR 58	0	0	0	0	0
UQTR 59	0	0	0	0	0
UQTR 60	0	4	0	0	0
UQTR 61	0	0	0	0	0
UQTR 62	1	1	0	0	0
UQTR 68	26	41	0	0	0
UQTR 69	142	73	0	0	8
UQTR 70	27	7	0	0	0
UQTR 71	0	0	0	0	0
UQTR 72	0	0	0	0	0
UQTR 73	1	0	0	0	0
UQTR 74	6	3	0	0	0

Station	Bactéries atypiques (UFC/Mem)	Coliformes totaux (UFC/100 ml)	Coliformes fécaux (UFC/100 ml)	Bactéries E.Coli (UFC/100 ml)	Bactéries entérocoques (UFC/100 ml)
UQTR 75	0	0	0	0	0
UQTR 76		80	0	0	75
UQTR 77	0	0	0	0	0
UQTR 78	2	17	0	0	0
UQTR 79	100	0	0	0	0
UQTR 80	0	0	0	0	0
UQTR 81	0	0	0	0	0
UQTR 87	0	Trop nombreux pour être identifiés	1	Trop nombreux pour être identifiés	58
UQTR 88	18	0	0	0	0
UQTR 89	200	80	30	30	50
UQTR 90	100	Trop nombreux pour être identifiés	0	Trop nombreux pour être identifiés	11
UQTR 91	0	0	0	0	0
UQTR 92	136	45	0	0	2
UQTR 93	100	8	0	0	0
UQTR 94	0	3	0	0	0
UQTR 95	0	0	0	0	0
UQTR 96	0	0	0	0	0
UQTR 97	3	18	0	0	1
UQTR 98	0	Trop nombreux pour être identifiés	0	Trop nombreux pour être identifiés	43
UQTR 99	0	Trop nombreux pour être identifiés	0	Trop nombreux pour être identifiés	19
UQTR 100	0	Trop nombreux pour être identifiés	4	4	10
UQTR 101	0	0	0	0	0
UQTR 107	1	0	0	0	0
UQTR 108	0	0	0	0	0
UQTR 109	0	0	0	0	0
UQTR 110	0	1	0	0	0
UQTR 114	18	0	0	0	0
UQTR 115	0	0	0	0	0
UQTR 116	9	73	0	0	0
UQTR 117	2	59	0	0	2
UQTR 118	0	1	0	0	0
UQTR 126	0	42	0	0	0
UQTR 127	149	80	0	0	95
UQTR 130	0	1	0	0	0
UQTR 131	0	0	0	0	0
UQTR 132	200		8	8	5
UQTR 133	144	59	0	0	2
UQTR 134	27	8	0	0	0

Station	Bactéries atypiques (UFC/Mem)	Coliformes totaux (UFC/100 ml)	Coliformes fécaux (UFC/100 ml)	Bactéries E.Coli (UFC/100 ml)	Bactéries entérocoques (UFC/100 ml)
UQTR 135	200	80	0	0	11
UQTR 136	0	0	0	0	0
UQTR 137	103	63	0	0	2
UQTR 138	2	1	0	0	0
UQTR 139	0	0	0	0	0
UQTR 140	0	0	0	0	0
UQTR 142	1	40	7	7	11
UQTR 143	1	16	0	0	0
UQTR 145	0	80	3	3	61
UQTR 146	23	71	0	0	1
UQTR 147	5	9	0	0	2
UQTR 148	0	80	5	5	60
UQTR 149	4	13	0	0	0
UQTR 150	0	80	0	0	3
UQTR 151	14	1	0	0	14
UQTR 152	0	2	0	0	0
UQTR 153	200		0	0	0
UQTR 154	0	Trop nombreux pour être identifiés	17	17	7
UQTR 155	10	56	0	0	0
UQTR 156	5	47	0	0	1
UQTR 157	0	0	0	0	0
UQTR 158	0	0	0	0	0
UQTR 162	5	5	0	0	0
UQTR 163	0	0	0	0	0
UQTR 164	0	0	0	0	0
UQTR 165	0	0	0	0	0
UQTR 166	0	80	7	7	7
UQTR 167	0	60	0	0	1
UQTR 168	1	0	0	0	0
UQTR 169	140	0	0	0	6
UQTR 170	0	0	0	0	0
UQTR 171	0	66	4	4	0
UQTR 174	0	41	0	0	33
UQTR 175	23	0	0	0	0
UQTR 177	7	10	0	0	0
UQTR 178	0	0	0	0	0
UQTR 179	37	2	0	0	1
UQTR 180	200	80	0	0	1
UQTR 214	7	6	0	0	0
UQTR 223	2	5	0	0	0
UQTR 224	0	0	0	0	0

Tableau B.5
Base de données géochimiques – Paramètres *In Situ*

Station	Température (°C)	pH	Conductivité (ms/cm)	Salinité (pss)	Oxygène dissous (mg/L)	Oxygène dissous (%)	Potentiel d'oxydo-réduction (mV)
UQTR 1	9,6	6,4	106,0	-	-	89,4	5,1
UQTR 2	9,7	6,3	975,4	-	-	87,1	33,9
UQTR 3	8,3	7,2	141,1	-	2,9	49,8	74,0
UQTR 4	10,6	7,6	621,1	-	-	44,0	20,8
UQTR 5	7,9	7,7	126,0	-	9,7	98,0	120,4
UQTR 6	9,0	7,4	126,2	-	5,9	93,5	44,5
UQTR 7	7,3	7,7	93,3	-	1,0	12,7	-139,6
UQTR 8	7,8	7,2	102,4	-	5,9	80,2	15,5
UQTR 10	8,1	7,5	176,7	-	4,4	94,0	61,8
UQTR 11	11,3	6,4	137,0	0,1	1,4	12,9	-
UQTR 12	8,9	6,4	233,0	-	3,7	-	-
UQTR 13	7,2	6,4	511,0	0,2	5,4	46,0	-
UQTR 14	9,5	6,5	673,0	0,3	7,3	64,1	-
UQTR 15	8,1	6,2	294,0	0,1	4,8	40,6	-
UQTR 16	7,9	6,4	657,0	0,3	6,5	56,0	-
UQTR 17	7,7	6,2	2880,0	0,1	6,9	58,3	-
UQTR 18	9,7	6,5	955,0	0,5	7,5	66,6	-
UQTR 19	10,5	6,5	574,0	0,3	8,2	73,2	-
UQTR 20	8,5	6,5	1760,0	0,9	2,9	24,7	-
UQTR 21	7,4	6,4	246,0	0,1	8,9	74,4	-
UQTR 22	8,7	6,5	290,0	0,1	7,4	64,3	-
UQTR 23	9,5	6,2	430,0	0,2	2,9	25,3	-
UQTR 24	10,2	6,2	40,0	0,0	17,1	92,5	-
UQTR 25	8,5	6,6	326,0	0,2	3,5	29,9	-
UQTR 26	13,0	5,8	30,0	0,0	8,5	81,3	-
UQTR 27	11,7	6,2	95,0	0,1	8,9	83,2	-
UQTR 28	10,0	6,0	736,0	0,4	4,1	36,6	-
UQTR 29	8,4	6,7	273,0	0,1	7,6	65,2	-
UQTR 30	7,4	6,0	993,0	0,5	1,9	16,2	-
UQTR 31	11,6	6,7	206,0	0,1	1,5	13,3	-
UQTR 32	13,5	7,7	2340,0	1,2	0,5	5,2	-
UQTR 33	8,0	8,1	70,0	0,0	7,0	59,6	-
UQTR 34	9,5	5,6	45,0	0,0	10,5	93,2	-
UQTR 35	9,0	6,2	34,0	0,0	10,5	92,1	-
UQTR 36	10,3	5,7	370,0	0,2	4,8	43,5	-

Station	Température (oC)	pH	Conductivité (ms/cm)	Salinité (pss)	Oxygène dissous (mg/L)	Oxygène dissous (%)	Potentiel d'oxydo-réduction (mV)
UQTR 37	8,7	6,8	309,0	0,1	3,5	30,4	-
UQTR 38	8,5	7,5	220,0	0,1	0,8	7,1	-
UQTR 39	8,4	8,5	170,0	0,1	0,5	3,9	-
UQTR 40	11,6	8,3	661,0	0,3	0,5	4,5	-
UQTR 41	12,6	7,0	326,0	0,2	9,0	85,1	-
UQTR 42	9,7	5,8	76,0	0,0	4,5	40,0	-
UQTR 43	10,6	6,8	213,0	0,1	0,6	5,3	-
UQTR 44	7,0	6,6	94,0	0,0	11,3	93,7	-
UQTR 45	7,7	6,9	128,0	0,1	10,3	87,5	-
UQTR 46	8,9	7,0	73,0	0,0	11,6	100,8	-
UQTR 47	9,4	7,1	40,0	0,0	10,4	92,1	-
UQTR 48	-	-	102,2	-	-	-	-
UQTR 49	-	-	381,0	-	-	-	-
UQTR 50	-	-	300,3	-	-	-	-
UQTR 51	-	-	150,2	-	-	-	-
UQTR 52	-	-	183,5	-	-	-	-
UQTR 53	-	-	428,5	-	-	-	-
UQTR 54	-	-	228,2	-	-	-	-
UQTR 55	-	-	292,0	-	-	-	-
UQTR 56	-	-	646,0	-	-	-	-
UQTR 57	-	-	137,3	-	-	-	-
UQTR 58	-	-	212,9	-	-	-	-
UQTR 59	-	-	163,5	-	-	-	-
UQTR 60	-	-	147,2	-	-	-	-
UQTR 61	-	-	202,1	-	-	-	-
UQTR 62	-	-	419,9	-	-	-	-
UQTR 63	8,3	-	95,2	-	-	-	-
UQTR 64	7,8	-	35,5	-	-	-	-
UQTR 65	8,0	-	95,5	-	-	-	-
UQTR 66	7,6	-	127,2	-	-	-	-
UQTR 67	7,2	-	-	-	-	-	-
UQTR 68	11,3	-	74,4	-	-	-	-
UQTR 69	13,5	-	186,0	-	-	-	-
UQTR 70	10,4	-	307,9	-	-	-	-
UQTR 71	10,6	-	316,8	-	-	-	-
UQTR 72	8,3	-	181,5	-	-	-	-
UQTR 73	13,5	-	611,3	-	-	-	-
UQTR 74	18,3	-	354,1	-	-	-	-

Station	Température (oC)	pH	Conductivité (ms/cm)	Salinité (pss)	Oxygène dissous (mg/L)	Oxygène dissous (%)	Potentiel d'oxydo-réduction (mV)
UQTR 75	10,6	-	421,8	-	-	-	-
UQTR 76	10,2	-	323,3	-	-	-	-
UQTR 77	11,5	-	94,6	-	-	-	-
UQTR 78	14,2	-	137,7	-	-	-	-
UQTR 79	8,1	-	360,5	-	-	-	-
UQTR 80	9,3	-	112,8	-	-	-	-
UQTR 81	9,2	-	617,9	-	-	-	-
UQTR 82	7,6	-	49,3	-	-	-	-
UQTR 83	7,0	-	79,9	-	-	-	-
UQTR 84	8,7	-	64,0	-	-	-	-
UQTR 85	9,0	-	177,9	-	-	-	-
UQTR 86	9,7	-	219,3	-	-	-	-
UQTR 87	11,7	-	180,0	-	-	-	-
UQTR 88	9,3	-	284,6	-	-	-	-
UQTR 89	9,7	-	226,7	-	-	-	-
UQTR 90	9,5	7,3	318,0	0,2	0,8	7,2	-
UQTR 91	8,2	8,2	193,0	0,1	1,4	12,0	-
UQTR 92	9,2	8,6	355,0	0,2	1,0	9,5	-
UQTR 93	13,3	7,7	338,0	0,2	0,6	5,9	-
UQTR 94	10,5	8,2	246,0	0,1	0,8	7,3	-
UQTR 95	8,9	7,9	163,0	0,1	4,1	38,7	-
UQTR 96	9,5	7,2	38,0	0,0	9,3	88,4	-
UQTR 97	12,3	6,7	151,0	0,1	3,3	33,2	-
UQTR 98	10,0	6,1	129,0	0,1	2,1	20,1	-
UQTR 99	13,5	8,0	101,0	0,1	8,1	84,0	-
UQTR 100	22,3	7,6	41,0	0,0	8,0	100,0	-
UQTR 101	14,4	6,4	68,0	0,0	7,3	77,3	-
UQTR 102	7,2	7,0	203,0	0,1	7,0	62,0	-
UQTR 103	17,0	7,4	236,0	0,1	2,3	25,5	-
UQTR 104	17,9	6,9	29,0	0,0	8,3	94,8	-
UQTR 105	16,1	6,6	80,0	0,0	3,7	40,8	-
UQTR 106	8,8	9,3	243,0	0,1	1,6	13,7	-
UQTR 107	8,9	6,4	274,0	0,1	0,9	8,6	-
UQTR 108	12,0	6,9	467,0	0,2	1,0	10,0	-
UQTR 109	-	-	-	-	-	-	-
UQTR 110	13,0	8,1	152,0	0,1	1,8	18,5	-
UQTR 111	9,9	7,4	654,0	0,3	1,6	15,0	-
UQTR 112	9,4	6,6	149,0	0,1	6,6	62,7	-

Station	Température (oC)	pH	Conductivité (ms/cm)	Salinité (pss)	Oxygène dissous (mg/L)	Oxygène dissous (%)	Potentiel d'oxydo-réduction (mV)
UQTR 113	8,0	6,6	84,0	0,0	7,7	69,7	-
UQTR 114	6,9	5,8	26,0	0,0	8,2	72,8	-
UQTR 115	12,3	-	73,0	-	-	-	-
UQTR 116	15,9	-	78,0	-	-	-	-
UQTR 117	18,9	-	521,0	-	-	-	-
UQTR 118	11,2	-	24,0	-	-	-	-
UQTR 119	8,8	-	101,2	-	-	-	-
UQTR 120	8,3	-	155,6	-	-	-	-
UQTR 121	7,9	-	208,0	-	-	-	-
UQTR 122	9,3	-	222,0	-	-	-	-
UQTR 123	9,3	-	162,0	-	-	-	-
UQTR 124	7,0	6,2	126,0	0,1	4,4	39,1	-
UQTR 125	7,3	6,9	184,0	0,1	3,8	33,4	-
UQTR 126	6,9	6,8	176,0	0,1	7,7	69,0	-
UQTR 127	7,7	7,1	574,0	0,3	0,7	6,2	-
UQTR 128	12,7	5,9	150,0	0,1	0,8	7,2	-
UQTR 129	8,7	6,3	93,0	0,0	3,0	27,0	-
UQTR 130	15,1	5,5	397,0	0,2	2,1	22,0	-
UQTR 131	11,2	6,0	77,0	0,0	5,2	51,3	-
UQTR 132	17,6	6,1	116,0	0,1	4,4	48,9	-
UQTR 133	15,0	6,3	78,0	0,0	0,9	8,9	-
UQTR 134	15,6	8,4	2330,0	1,2	0,5	5,3	-
UQTR 135	10,5	8,8	683,0	0,3	1,4	13,6	-
UQTR 136	11,7	6,6	264,0	0,1	1,0	10,2	-
UQTR 137	15,6	6,5	114,0	0,1	0,8	7,9	-
UQTR 138	11,9	6,4	216,0	0,1	8,3	83,0	-
UQTR 139	9,4	4,9	180,0	0,1	8,8	83,5	-
UQTR 140	8,2	6,7	322,0	0,2	6,5	59,5	-
UQTR 141	6,1	7,1	74,0	0,0	8,8	75,5	-
UQTR 142	7,3	6,4	54,0	0,0	15,7	100,0	-
UQTR 143	9,6	6,3	133,0	0,1	10,4	98,0	-
UQTR 144	9,1	6,6	87,0	0,0	6,2	63,0	-
UQTR 145	9,2	7,3	335,0	0,2	2,5	21,9	-
UQTR 146	11,0	6,5	102,0	0,1	5,6	53,2	-
UQTR 147	12,0	6,2	83,0	0,0	1,7	16,4	-
UQTR 148	10,3	6,3	48,0	0,0	6,1	58,1	-
UQTR 149	10,4	5,7	37,0	0,0	5,7	55,4	-
UQTR 150	8,2	6,2	170,0	0,1	8,3	75,7	-

Station	Température (°C)	pH	Conductivité (ms/cm)	Salinité (ps)	Oxygène dissous (mg/L)	Oxygène dissous (%)	Potentiel d'oxydo-réduction (mV)
UQTR 151	8,7	6,5	29,0	0,0	11,3	107,0	-
UQTR 152	13,1	6,0	45,0	0,0	6,3	65,1	-
UQTR 153	11,0	6,3	64,0	0,0	9,6	94,4	-
UQTR 154	11,5	5,7	66,0	0,0	8,3	82,6	-
UQTR 155	8,4	6,6	128,0	0,1	0,8	7,0	-
UQTR 156	11,5	6,1	78,0	0,0	3,2	32,0	-
UQTR 157	8,5	8,5	326,0	0,2	0,9	7,7	-
UQTR 158	10,0	7,7	322,0	0,2	1,1	10,1	-
UQTR 159	8,3	6,7	185,0	0,1	-	-	-
UQTR 160	7,7	6,6	184,0	0,1	5,2	47,2	-
UQTR 161	7,8	6,6	209,0	0,1	6,6	60,0	-
UQTR 162	14,0	6,4	42,0	0,0	9,4	97,4	-
UQTR 163	9,1	8,5	187,0	0,1	0,7	6,4	-
UQTR 164	14,2	6,8	316,0	0,2	-	-	-
UQTR 165	9,8	6,7	194,0	0,1	-	-	-
UQTR 166	16,0	6,9	23,0	0,0	-	-	-
UQTR 167	14,7	-	118,0	-	-	-	-
UQTR 168	8,3	7,9	242,0	0,1	1,4	11,7	-
UQTR 169	10,0	-	40,0	-	-	-	-
UQTR 170	10,7	-	315,0	-	-	-	-
UQTR 171	12,0	-	14,0	-	-	-	-
UQTR 172	7,8	6,4	207,0	0,1	8,0	71,9	-
UQTR 173	7,9	6,2	154,0	0,1	7,0	63,5	-
UQTR 174	16,7	6,8	398,0	0,2	1,7	17,9	-
UQTR 175	-	-	-	-	-	-	-
UQTR 176	6,9	-	75,0	-	-	-	-
UQTR 177	10,3	-	152,0	-	-	-	-
UQTR 178	7,4	-	168,0	-	-	-	-
UQTR 179	7,7	-	153,0	-	-	-	-
UQTR 180	12,9	-	84,0	-	-	-	-
UQTR 181	9,1	-	36,0	-	-	-	-
UQTR 182	10,6	-	39,0	-	-	-	-
UQTR 183	7,9	-	49,0	-	-	-	-
UQTR 184	7,6	-	135,0	-	-	-	-
UQTR 185	7,5	-	233,0	-	-	-	-
UQTR 186	6,6	-	108,0	-	-	-	-
UQTR 187	8,1	-	217,0	-	-	-	-
UQTR 188	6,6	-	128,0	-	-	-	-

Station	Température (oC)	pH	Conductivité (ms/cm)	Salinité (pss)	Oxygène dissous (mg/L)	Oxygène dissous (%)	Potentiel d'oxydo-réduction (mV)
UQTR 189	8,3	-	21,0	-	-	-	-
UQTR 190	7,3	-	46,0	-	-	-	-
UQTR 191	8,0	-	40,0	-	-	-	-
UQTR 192	7,5	-	195,0	-	-	-	-
UQTR 193	7,5	-	271,0	-	-	-	-
UQTR 194	8,7	-	585,0	-	-	-	-
UQTR 195	8,9	-	189,0	-	-	-	-
UQTR 196	7,7	-	103,0	-	-	-	-
UQTR 197	7,4	-	260,0	-	-	-	-
UQTR 198	7,6	-	17,0	-	-	-	-
UQTR 199	7,5	-	66,0	-	-	-	-
UQTR 200	7,7	-	168,0	-	-	-	-
UQTR 201	8,9	-	-	-	-	-	-
UQTR 202	-	-	-	-	-	-	-
UQTR 204	7,3	6,9	54,7	-	10,9	-	183,0
UQTR 205	7,7	7,8	156,0	-	4,6	-	18,4
UQTR 206	7,8	7,9	195,0	-	7,3	-	63,0
UQTR 207	7,5	8,1	220,0	-	6,4	-	11,1
UQTR 208	7,9	8,6	118,5	-	0,2	-	-233,2
UQTR 209	7,6	8,1	181,0	-	7,3	-	121,0
UQTR 210	8,3	7,7	51,7	-	10,4	-	115,0
UQTR 211	2,4	7,8	19771,0	-	0,6	4,9	51,1
UQTR 212	7,2	6,7	63,0	0,0	9,5	-	-
UQTR 213	6,9	8,8	429,0	0,2	2,0	-	-
UQTR 214	8,5	6,7	110,0	0,1	7,4	-	-
UQTR 215	8,6	7,4	237,0	0,1	1,9	-	-
UQTR 216	8,8	7,4	1438,0	8,2	1,3	-	-
UQTR 217	9,9	7,6	4200,0	26,2	1,4	-	-
UQTR 218	8,7	7,7	3910,0	24,2	1,3	-	-
UQTR 219 - 1	8,2	6,3	157,0	0,1	4,4	-	-
UQTR 219 - 2	8,0	6,0	82,0	0,0	4,7	-	-
UQTR 220	7,7	8,1	210,0	1,1	2,5	-	-
UQTR 221	8,1	7,9	137,0	0,1	5,9	-	-
UQTR 222	7,9	7,6	111,0	0,1	1,7	-	-
UQTR 223	11,6	6,1	257,0	0,1	1,3	-	-
UQTR 224	7,3	6,3	95,0	0,0	1,2	-	-
UQTR 225	8,1	7,9	2210,0	13,0	1,7	-	-
UQTR 226	12,4	6,4	672,0	0,3	2,4	-	-

Station	Température (oC)	pH	Conductivité (ms/cm)	Salinité (pss)	Oxygène dissous (mg/L)	Oxygène dissous (%)	Potentiel d'oxydo- réduction (mV)
UQTR 227 - 1	8,4	7,4	123,0	-	-	-	-
UQTR 227 - 2	8,6	7,7	159,0	-	9,1	-	-76,6
UQTR 227 - 3	8,7	7,8	149,0	-	9,4	-	-81,4
UQTR 227 - 4	8,7	7,7	136,0	-	8,7	-	-80,6
UQTR 227 - 5	8,8	7,7	132,0	-	8,1	-	-89,8
UQTR 228 - 1	10,2	7,0	1011,0	-	7,5	-	17,8
UQTR 228 - 2	10,1	6,9	1009,0	-	8,8	-	8,5
UQTR 228 - 3	10,2	6,8	1000,0	-	7,7	-	24,8
UQTR 228 - 4	10,3	6,8	1042,0	-	8,7	-	34,7
UQTR 228 - 5	10,4	6,7	1035,0	-	7,8	-	46,2
UQTR 229	7,7	6,6	150,0	-	9,7	-	527,0
UQTR 301	6,6	6,5	378,0	0,2	10,4	-	78,9
UQTR 302	6,7	6,3	379,0	0,2	8,5	-	96,8
UQTR 303	6,4	6,2	381,0	0,2	8,4	-	110,7
UQTR 304	6,9	6,6	354,0	0,2	4,8	-	85,5
UQTR 305	6,8	6,4	363,0	0,2	8,9	-	103,1
UQTR 306	6,7	6,3	367,0	0,2	10,5	-	115,6
UQTR 307	6,7	6,2	362,0	0,2	9,2	-	120,3

Tableau B.6
Base de données géochimiques – Paramètres géochimiques
(anions, sulfures et paramètres calculés)

Station	Alcalinité totale (mg/L)	Br (mg/L)	Cl (mg/L)	SO ₄ (mg/L)	NO ₂ -NO ₃ (mg/L)	F (mg/L)	Dureté (mg/L)	HCO ₃ (mg/L)	MDT (mg/L)	S (mg/L)
UQTR 1	48	0,25	240	34	2,4	0,05	94,2	58,5	524,9	0,01
UQTR 2	37	0,25	230	32	2,6	0,05	96,3	45,1	480,8	0,01
UQTR 3	21	0,25	8	16	2,7	0,05	40,6	25,6	78,0	0,01
UQTR 4	130	0,25	79	33	3,8	0,05	131,7	158,5	390,1	0,01
UQTR 5	8	0,25	0,99	6,7	0,06	0,05	13,3	9,8	30,0	0,01
UQTR 6	25	0,25	11	10	0,22	0,05	36,4	30,5	82,1	0,01
UQTR 7	21	0,25	0,66	8,4	0,05	0,05	25,4	25,6	57,2	0,01
UQTR 8	23	0,25	5,5	11	0,63	0,05	32,8	28,0	70,9	0,01
UQTR 10	18	0,25	30	10	0,5	0,05	28,5	21,9	96,1	0,01
UQTR 11	38	0,25	13	6,2	0,33	0,05	50,2	46,3	94,5	0,01
UQTR 12	23	0,25	43	12	1,2	0,05	63,1	28,0	127,5	0,01
UQTR 13	21	0,25	130	22	0,6	0,05	57,2	25,6	274,2	0,01
UQTR 14	32	0,25	150	24	1,6	0,05	58,9	39,0	337,2	0,01
UQTR 15	34	0,25	52	20	0,95	0,05	54,4	41,4	169,0	0,01
UQTR 16	39	0,25	140	21	1,9	0,05	79,7	47,5	325,5	0,01
UQTR 17	22	0,25	62	18	1,2	0,05	66,0	26,8	160,6	0,01
UQTR 18	32	0,25	230	35	2,4	0,05	83,8	39,0	473,8	0,01
UQTR 19	29	0,25	120	27	3,1	0,05	84,6	35,4	287,8	0,01
UQTR 20	35	0,25	520	28	2,1	0,05	385,5	42,7	887,1	0,01
UQTR 21	15	0,25	50	14	1,4	0,05	43,1	18,3	128,5	0,01
UQTR 22	74	0,25	25	39	0,9	0,05	99,1	90,2	212,4	0,01
UQTR 23	69	0,25	67	32	3,5	0,05	48,6	84,1	263,2	0,01
UQTR 24	9	0,25	0,24	9,9	0,12	0,05	12,1	11,0	31,5	0,01
UQTR 25	39	0,25	62	10	0,18	0,05	99,1	47,5	177,7	0,01
UQTR 26	-	0,25	1	8,8	0,05	0,05	7,1	0,0	21,9	0,01
UQTR 27	13	0,25	2,8	10	3,9	0,05	28,8	15,8	47,5	0,01
UQTR 28	28	0,25	180	43	3,3	0,05	155,2	34,1	389,3	0,01
UQTR 29	31	0,25	53	16	0,99	0,05	44,8	37,8	161,4	0,01
UQTR 30	12	0,25	300	35	0,05	0,05	67,6	14,6	524,4	0,01
UQTR 31	41	0,25	29	42	0,09	0,05	69,3	50,0	159,6	0,01
UQTR 32	510	2,5	460	0,3	0,05	0,4	123,3	621,7	1572,0	0,01
UQTR 33	23	0,25	8,7	9,1	1	0,05	27,2	28,0	65,7	0,01
UQTR 34	2	0,25	1,6	9,9	1,3	0,05	12,7	2,4	24,7	0,01
UQTR 35	8	0,25	1	5	0,2	0,05	12,2	9,8	26,7	0,01
UQTR 36	25	0,25	79	32	2,4	0,05	84,0	30,5	209,9	0,01
UQTR 37	150	0,25	2,4	8,4	0,4	0,1	153,8	182,9	267,8	0,01
UQTR 38	74	0,25	14	18	0,1	0,3	83,4	90,2	169,4	0,01
UQTR 39	68	0,25	1,8	17	0,05	0,4	71,8	82,9	143,8	0,01
UQTR 40	240	0,25	69	2,8	0,05	3,5	27,4	292,6	492,7	0,7
UQTR 41	84	0,25	24	10	7	0,05	93,8	102,4	186,3	0,01
UQTR 42	6	0,25	5,4	8,1	2	0,05	13,9	7,3	37,9	0,01
UQTR 43	81	0,25	7,4	5,2	0,05	0,1	50,1	98,7	163,2	0,01
UQTR 44	6	0,25	9,6	10	2,3	0,05	20,3	7,3	46,2	0,01

Station	Alcalinité totale (mg/L)	Br (mg/L)	Cl (mg/L)	SO ₄ (mg/L)	NO ₂ -NO ₃ (mg/L)	F (mg/L)	Dureté (mg/L)	HCO ₃ (mg/L)	MDT (mg/L)	S (mg/L)
UQTR 45	27	0,25	17	7,9	0,2	0,05	48,5	32,9	85,5	0,01
UQTR 46	23	0,25	1,5	7,8	0,1	0,05	25,1	28,0	58,0	0,01
UQTR 47	12	0,25	0,4	4,3	0,2	0,05	14,2	14,6	32,9	0,01
UQTR 48	7	0,25	14	11	1,3	0,05	16,5	8,5	56,7	0,01
UQTR 49	66	0,25	0,6	120	0,05	0,2	153,0	80,5	282,9	0,01
UQTR 50	120	0,25	9,8	19	0,05	0,4	9,9	146,3	232,3	0,01
UQTR 51	53	0,25	5,8	11	0,05	0,1	43,6	64,6	107,9	0,01
UQTR 52	75	0,25	0,7	13	0,5	0,05	72,7	91,4	139,6	0,01
UQTR 53	130	0,25	25	33	0,05	2,3	9,0	158,5	294,5	0,01
UQTR 54	24	0,25	28	16	5	0,05	45,3	29,3	109,6	0,01
UQTR 55	160	0,25	2,3	1,9	0,05	0,7	76,8	195,0	266,1	0,01
UQTR 56	23	0,25	170	15	1,2	0,05	42,5	28,0	306,9	0,01
UQTR 57	16	0,25	13	12	4,2	0,05	29,5	19,5	71,0	0,01
UQTR 58	110	0,25	1,6	8,6	0	0,05	76,7	134,1	176,6	0,01
UQTR 59	27	0,25	22	8,2	1,1	0,05	25,8	32,9	89,9	0,01
UQTR 60	52	0,25	4,9	12	0,05	0,1	41,5	63,4	109,2	0,01
UQTR 61	87	0,25	0,5	15	0,05	0,05	81,0	106,1	156,6	0,01
UQTR 62	210	0,25	6	0,25	0,05	0,3	117,7	256,0	347,8	0,01
UQTR 63	35	0,25	0,7	9,4	0,3	0,1	27,1	42,7	71,9	0,01
UQTR 64	9	0,25	0,7	4,5	0,3	0,05	5,6	11,0	24,5	0,01
UQTR 65	21	0,25	7,8	8,9	0,1	0,05	19,0	25,6	62,6	0,01
UQTR 66	45	0,25	1	13	0,3	0,2	39,4	54,9	93,2	0,01
UQTR 67	18	0,25	2	5,8	0,2	0,05	16,1	21,9	42,4	0,01
UQTR 68	28	0,25	1,4	5,9	0,2	0,05	21,8	34,1	54,2	0,01
UQTR 69	49	0,25	20	6,2	1,1	0,05	39,8	59,7	118,3	0,01
UQTR 70	140	0,25	0,9	17	0,05	0,2	116,1	170,7	246,4	0,01
UQTR 71	120	0,25	7,7	28	0,05	0,7	16,6	146,3	242,6	0,01
UQTR 72	78	0,25	0,4	15	0,05	0,6	66,4	95,1	148,1	0,18
UQTR 73	53	0,25	140	14	0,62	0,05	37,6	64,6	331,5	0,01
UQTR 74	88	0,25	28	26	2,4	0,1	98,9	107,3	230,5	0,01
UQTR 75	180	0,25	27	0,25	0,05	1,3	26,0	219,4	336,2	0,01
UQTR 76	21	0,25	62	14	3,6	0,05	32,0	25,6	154,2	0,01
UQTR 77	16	0,25	5,2	12	0,99	0,05	16,0	19,5	54,3	0,01
UQTR 78	13	0,25	16	11	3,1	0,05	27,0	15,8	67,1	0,01
UQTR 79	150	0,25	11	19	0,24	0,1	154,3	182,9	281,6	0,01
UQTR 80	19	0,25	11	11	1,9	0,05	22,7	23,2	66,0	0,01
UQTR 81	280	0,25	0,48	2,3	0,05	3,1	13,0	341,3	479,9	0,01
UQTR 82	16	0,25	0,55	5,3	0,11	0,05	15,8	19,5	38,0	0,01
UQTR 83	21	0,25	3,5	11	0,23	0,05	19,8	25,6	58,9	0,01
UQTR 84	16	0,25	2,3	6,4	0,32	0,05	15,6	19,5	42,0	0,01
UQTR 85	81	0,25	0,74	12	0,13	0,2	74,2	98,7	146,8	0,01
UQTR 86	96	0,25	3,3	13	0,23	0,05	94,2	117,0	174,7	0,01
UQTR 87	84	0,25	2,8	4,2	0,03	0,3	49,8	102,4	153,0	0,01
UQTR 88	99	0,25	16	15	0,05	2,3	11,5	120,7	211,7	0,01
UQTR 89	100	0,25	2,3	14	0,21	0,05	104,3	121,9	185,2	0,01
UQTR 90	140	0,25	11	15	1,9	0,2	141,8	170,7	266,6	0,01
UQTR 91	68	0,25	0,56	30	0,05	0,5	81,0	82,9	155,7	0,01

Station	Alcalinité totale (mg/L)	Br (mg/L)	Cl (mg/L)	SO ₄ (mg/L)	NO ₂ -NO ₃ (mg/L)	F (mg/L)	Dureté (mg/L)	HCO ₃ (mg/L)	MDT (mg/L)	S (mg/L)
UQTR 92	100	0,1	28	38	0,05	0,5	89,2	121,9	266,5	0,01
UQTR 93	170	0,25	2,8	21	0,05	0,4	145,9	207,2	304,9	0,01
UQTR 94	110	0,25	3,8	14	0,05	0,4	88,6	134,1	204,7	0,01
UQTR 95	66	0,25	3,8	11	0,04	0,1	72,2	80,5	128,6	0,01
UQTR 96	15	0,25	0,37	5,8	0,05	0,2	14,6	18,3	36,6	0,01
UQTR 97	61	0,25	0,23	15	0,05	0,05	70,2	74,4	123,0	0,01
UQTR 98	36	0,25	14	8,8	0,36	0,05	36,7	43,9	97,8	0,01
UQTR 99	48	0,25	0,34	5,1	0,02	0,05	44,9	58,5	92,8	0,01
UQTR 100	16	0,25	2,9	4,4	0,05	0,05	14,1	19,5	37,1	0,01
UQTR 101	14	0,25	3,2	4,7	2	0,05	23,7	17,1	42,2	0,01
UQTR 102	63	0,25	0,24	37	0,03	0,05	92,6	76,8	157,2	0,01
UQTR 103	68	0,25	0,89	44	0	0,2	95,8	82,9	175,9	0,01
UQTR 104	5	0,25	0,13	4,5	0,03	0,05	9,3	6,1	20,6	0,01
UQTR 105	32	0,25	0,22	8,5	0,05	0,05	36,1	39,0	69,2	0,01
UQTR 106	79	0,25	22	0,4	0,05	0,2	17,7	96,3	165,3	0,01
UQTR 107	120	0,25	12	7,9	0,05	0,05	127,4	146,3	225,9	0,01
UQTR 108	230	0,25	13	14	0,17	0,05	248,4	280,4	412,1	0,01
UQTR 109	100	0,25	2,5	17	0,03	0,05	113,4	121,9	190,9	0,01
UQTR 110	60	0,25	0,36	19	0,03	0,4	63,1	73,1	128,1	0,01
UQTR 111	63	0,25	0,67	250	0,02	0,3	326,4	76,8	468,7	0,01
UQTR 112	55	0,25	4,4	6,1	1,6	0,05	48,6	67,0	117,7	0,01
UQTR 113	29	0,25	2,7	7	0,19	0,05	32,8	35,4	65,1	0,01
UQTR 114	5	0,25	0,42	8	0,05	0,05	7,4	6,1	22,5	0,01
UQTR 115	25	0,25	3,8	5,7	0,13	0,05	23,2	30,5	59,0	0,01
UQTR 116	14	0,25	7,4	3,1	1,9	0,05	18,7	17,1	45,8	0,01
UQTR 117	60	0,25	96	17	0,05	0,05	43,6	73,1	288,2	0,01
UQTR 118	3	0,25	1,4	3,1	0,05	0,05	5,3	3,7	12,7	0,01
UQTR 119	14	0,25	9,5	13	0,68	0,05	25,6	17,1	62,9	0,01
UQTR 120	14	0,25	16	22	1,1	0,1	38,6	17,1	86,9	0,01
UQTR 121	11	0,25	34	12	2	0,05	32,8	13,4	102,3	0,01
UQTR 122	12	0,25	18	16	2,7	0,05	51,5	14,6	91,1	0,01
UQTR 123	21	0,25	34	11	3,4	0,05	45,2	25,6	104,6	0,01
UQTR 124	8	0,25	20	7,4	0,43	0,05	19,5	9,8	63,5	0,01
UQTR 125	60	0,25	6,9	15	0,7	0,1	73,9	73,1	136,6	0,01
UQTR 126	54	0,25	14	18	0,05	0,2	79,4	65,8	138,9	0,01
UQTR 127	270	0,25	9,8	14	0,05	2,1	163,3	329,1	481,9	0,01
UQTR 128	6	0,25	13	24	0,96	0,1	26,7	7,3	74,2	0,01
UQTR 129	9	0,25	3,8	9,1	0,66	0,05	21,2	11,0	44,6	0,01
UQTR 130	17	0,25	84	8,1	0,2	0,1	90,6	20,7	191,9	0,01
UQTR 131	9	0,25	11	6,4	0,3	0,05	17,6	11,0	46,9	0,01
UQTR 132	7	0,25	22	8,4	0,05	0,05	28,5	8,5	65,2	0,01
UQTR 133	23	0,25	1,6	9,5	0,05	0,05	24,6	28,0	59,9	0,01
UQTR 134	990	0,8	160	0,8	0,05	3,3	48,2	1206,8	1951,4	0,01
UQTR 135	340	0,25	7,2	1,2	0,05	2,5	10,0	414,5	601,6	0,01
UQTR 136	70	0,25	22	4,5	0,05	0,05	49,4	85,3	161,7	0,01
UQTR 137	35	0,25	1,2	13	0,05	0,05	37,4	42,7	85,9	0,01
UQTR 138	12	0,25	34	17	2	0,05	14,3	14,6	110,7	0,01

Station	Alcalinité totale (mg/L)	Br (mg/L)	Cl (mg/L)	SO ₄ (mg/L)	NO ₂ -NO ₃ (mg/L)	F (mg/L)	Dureté (mg/L)	HCO ₃ (mg/L)	MDT (mg/L)	S (mg/L)
UQTR 139	0,5	0,25	9,4	18	10	0,05	46,8	0,6	61,1	0,01
UQTR 140	40	0,25	48	15	3,5	0,05	108,6	48,8	172,2	0,01
UQTR 141	24	0,25	2,5	6,7	0,05	0,1	20,1	29,3	60,1	0,01
UQTR 142	11	0,25	3,2	6,6	0,2	0,05	17,4	13,4	38,8	0,01
UQTR 143	25	0,25	3,4	4,6	6,4	0,05	44,0	30,5	70,8	0,01
UQTR 144	28	0,25	1,6	10	0,3	0,05	34,5	34,1	68,3	0,01
UQTR 145	150	0,25	5,2	11	0,05	1,6	77,2	182,9	284,7	0,01
UQTR 146	30	0,25	4,1	7,2	0,7	0,3	37,4	36,6	73,6	0,01
UQTR 147	14	0,25	10	8	0,2	0,05	17,2	17,1	57,5	0,01
UQTR 148	18	0,25	0,15	4,9	0,05	0,05	17,5	21,9	45,2	0,01
UQTR 149	8	0,25	1,1	7,2	0,2	0,05	11,7	9,8	29,8	0,01
UQTR 150	36	0,25	6,7	8,6	8	0,05	55,1	43,9	102,9	0,01
UQTR 151	6	0,25	1,3	4,4	0,1	0,05	8,4	7,3	21,6	0,01
UQTR 152	10	0,25	1,9	5,4	0,6	0,05	11,6	12,2	31,8	0,01
UQTR 153	9	0,25	1,1	3,9	3,6	0,05	21,1	11,0	31,1	0,01
UQTR 154	17	0,25	5	5,6	0,5	0,05	24,9	20,7	53,3	0,01
UQTR 155	42	0,25	3,9	14	0,05	0,2	48,4	51,2	98,6	0,01
UQTR 156	31	0,25	0,15	6,8	0,05	0,05	29,9	37,8	67,5	0,01
UQTR 157	120	0,25	20	10	0,05	1	25,3	146,3	248,7	0,01
UQTR 158	170	0,25	0,6	22	0,05	0,2	18,3	207,2	311,5	0,01
UQTR 159	12	0,25	29	23	1	0,05	32,6	14,6	104,6	0,01
UQTR 160	29	0,25	28	13	0,3	0,05	37,3	35,4	115,5	0,01
UQTR 161	15	0,25	42	12	0,2	0,05	29,4	18,3	111,8	0,01
UQTR 162	14	0,25	0,3	4,7	0,3	0,05	15,5	17,1	32,2	0,01
UQTR 163	68	0,25	1,1	20	0,05	0,2	44,0	82,9	147,5	0,01
UQTR 164	110	0,25	14	21	0,7	0,05	121,0	134,1	242,6	0,01
UQTR 165	150	0,25	5,7	19	4,5	0,05	81,2	182,9	254,7	0,01
UQTR 166	9	0,25	0,15	4,4	0,05	0,05	8,8	11,0	25,3	0,01
UQTR 167	43	0,25	3,2	13	0,5	0,05	1,8	52,4	105,4	0,01
UQTR 168	98	0,25	0,5	21	0,05	0,9	13,5	119,5	204,3	0,01
UQTR 169	45	0,25	2,3	26	0,6	0,1	55,1	54,9	121,0	0,01
UQTR 170	100	0,25	23	36	0,05	1	36,1	121,9	275,6	0,01
UQTR 171	41	0,25	0,8	7,6	0,05	0,2	36,1	50,0	83,3	0,01
UQTR 172	24	0,25	36	10	1	0,05	28,8	29,3	118,9	0,01
UQTR 173	22	0,25	25	10	0,6	0,1	26,3	26,8	92,5	0,01
UQTR 174	42	0,25	64	24	6,2	0,05	74,3	51,2	221,7	0,01
UQTR 175	31	0,25	65	21	7,2	0,05	66,8	37,8	208,0	0,01
UQTR 176	16	0,25	6	5,8	0,4	0,05	20,8	19,5	50,8	0,01
UQTR 177	69	0,25	2,1	9,1	0,2	0,3	56,0	84,1	135,9	0,01
UQTR 178	66	0,25	0,15	18	0,05	0,2	69,2	80,5	138,1	0,01
UQTR 179	65	0,25	3,8	7	0,05	0,2	65,5	79,2	126,9	0,01
UQTR 180	27	0,25	1,3	6,9	1,1	0,05	30,7	32,9	61,9	0,01
UQTR 181	9	0,25	0,3	7,7	0,05	0,05	12,3	11,0	34,3	0,01
UQTR 182	4	0,25	0,8	9,3	0,05	0,05	10,3	4,9	27,7	0,01
UQTR 183	16	0,25	0,15	8,2	0,1	0,05	18,6	19,5	45,7	0,01
UQTR 184	48	0,25	1,6	17	0,05	0,05	54,8	58,5	108,8	0,01
UQTR 185	37	0,25	42	13	0,05	0,05	46,9	45,1	153,7	0,01

Station	Alcalinité totale (mg/L)	Br (mg/L)	Cl (mg/L)	SO ₄ (mg/L)	NO ₂ -NO ₃ (mg/L)	F (mg/L)	Dureté (mg/L)	HCO ₃ (mg/L)	MDT (mg/L)	S (mg/L)
UQTR 186	31	0,25	7	10	0,2	0,05	43,2	37,8	81,7	0,01
UQTR 187	68	0,25	9,3	20	1,7	0,1	85,0	82,9	163,3	0,01
UQTR 188	36	0,25	14	9,9	0,2	0,05	51,5	43,9	103,4	0,01
UQTR 189	2	0,25	0,15	4,9	0,3	0,05	6,0	2,4	14,3	0,01
UQTR 190	0,5	0,25	1,4	4,4	2	0,05	7,7	0,6	14,1	0,01
UQTR 191	43	0,25	0,15	9,3	0,5	0,05	36,9	52,4	86,4	0,01
UQTR 192	21	0,25	26	11	6,9	0,05	64,8	25,6	106,1	0,01
UQTR 193	140	0,25	2,8	0,5	0,05	0,2	120,0	170,7	246,3	0,01
UQTR 194	180	0,25	30	23	0,05	0,1	137,7	219,4	386,9	0,01
UQTR 195	50	0,25	20	6,6	0,05	0,1	47,7	61,0	139,2	0,01
UQTR 196	32	0,25	1,5	10	0,05	0,1	36,1	39,0	80,9	0,01
UQTR 197	50	0,25	40	9,9	0,05	0,05	88,7	61,0	166,1	0,01
UQTR 198	11	0,25	0,5	6,1	0,05	0,05	11,0	13,4	32,6	0,01
UQTR 199	23	0,25	1	12	0,05	0,1	25,1	28,0	69,6	0,01
UQTR 200	65	0,25	2,3	14	0,05	0,3	67,6	79,2	134,4	0,01
UQTR 201	110	0,25	2,9	16	0	0,5	113,6	134,1	209,1	0,01
UQTR 202	14	0,25	13	8,7	1,8	0,05	23,3	17,1	62,8	0,01
UQTR 204	13	0,25	1,9	8	0,6	0,05	19,1	15,8	41,6	0,01
UQTR 205	37	0,25	4,1	20	2,2	0,1	49,8	45,1	97,6	0,01
UQTR 206	35	0,25	14	14	5,9	0,05	61,0	42,7	105,0	0,01
UQTR 207	48	0,25	14	11	6,4	0,05	87,9	58,5	130,1	0,01
UQTR 208	56	0,25	1,1	4,8	0,05	0,1	32,5	68,3	94,0	0,01
UQTR 209	32	0,25	7,6	26	3,6	0,05	46,8	39,0	99,7	0,01
UQTR 210	12	0,25	0,7	5,7	0,2	0,05	10,9	14,6	33,0	0,01
UQTR 211	1400	38	10000	3	0,05	0,3	3778,0	1706,6	12889,6	0,01
UQTR 212	8	0,25	3,1	9,6	1	0,05	15,4	9,8	39,1	0,01
UQTR 213	190	0,25	4,4	0,8	0,05	1	18,3	231,6	351,9	0,09
UQTR 214	40	0,25	2,3	9,1	0,05	0,1	42,3	48,8	92,1	0,01
UQTR 215	67	0,25	10	25	0,05	0,4	77,1	81,7	169,7	0,01
UQTR 216	860	24	4300	10	2	0,6	1363,0	1048,3	8129,3	0,01
UQTR 217	980	150	15000	0	0	1,2	4181,1	1194,6	25112,9	0,01
UQTR 218	1400	110	14000	0	0	0,7	3841,6	1706,6	24148,6	0,01
UQTR 219 - 1	24	0,25	4,8	7,3	0,3	0,1	27,6	29,3	66,3	0,01
UQTR 219 - 2	22	0,25	4	6,7	0,2	0,05	23,6	26,8	58,8	0,01
UQTR 220	280	3,4	420	26	0,3	1,6	139,1	341,3	1208,6	0,01
UQTR 221	34	0,25	3,9	18	1	0,2	49,3	41,4	95,5	0,01
UQTR 222	37	0,25	0,5	12	0,1	0,1	41,9	45,1	84,2	0,01
UQTR 223	57	0,25	20	23	0,3	0,1	66,4	69,5	165,3	0,05
UQTR 224	32	0,25	4,6	7	0,05	0,1	26,1	39,0	78,8	0,01
UQTR 225	1300	24	7000	50	24	1,1	1351,7	1584,7	13506,7	0,01
UQTR 226	180	0,25	53	66	0,1	0,2	193,2	219,4	470,5	0,05
UQTR 227 - 1	41	0,25	1,9	9,1	0,1	0,05	40,2	50,0	89,8	0,05
UQTR 227 - 2	40	0,25	1,9	9,4	0,1	0,05	38,3	48,8	88,0	0,05
UQTR 227 - 3	37	0,25	2	9,3	0,1	0,05	37,2	45,1	83,1	0,05
UQTR 227 - 4	36	0,25	2	9,6	0,1	0,05	35,8	43,9	82,0	0,05
UQTR 227 - 5	36	0,25	2	9,6	0,1	0,05	37,5	43,9	83,1	0,05

Station	Alcalinité totale (mg/L)	Br (mg/L)	Cl (mg/L)	SO ₄ (mg/L)	NO ₂ -NO ₃ (mg/L)	F (mg/L)	Dureté (mg/L)	HCO ₃ (mg/L)	MDT (mg/L)	S (mg/L)
UQTR 228 - 1	34	0,25	340	40	2	0,05	200,0	41,4	643,5	0,05
UQTR 228 - 2	33	0,25	320	37	1,9	0,05	202,5	40,2	610,6	0,05
UQTR 228 - 3	34	0,25	340	39	2	0,05	205,0	41,4	644,7	0,05
UQTR 228 - 4	33	0,25	310	37	2	0,05	200,0	40,2	609,4	0,05
UQTR 228 - 5	34	0,25	340	39	2	0,05	200,0	41,4	642,2	0,05
UQTR 229	31	0,8	7,9	10	5	0,05	24,8	37,8	86,2	0,05
UQTR 301	14	0,25	3,3	6,7	0,3	0,05	20,7	17,1	46,0	0,05
UQTR 302	12	0,25	2,9	6,6	0,2	0,05	18,5	14,6	42,4	0,05
UQTR 303	11	0,25	3	6,6	0,3	0,05	17,3	13,4	40,1	0,05
UQTR 304	17	0,25	1,7	6,4	0,1	0,05	21,2	20,7	49,4	0,05
UQTR 305	15	0,25	3,9	4,9	0,4	0,05	22,0	18,3	47,2	0,05
UQTR 306	23	0,25	1,8	6,3	0,2	0,05	24,5	28,0	60,0	0,05
UQTR 307	21	0,25	1,8	6,3	0,1	0,05	22,395	25,6	55,739	0,05

Tableau B.7
Base de données géochimiques – Paramètres géochimiques (métaux lourds)

Station	Fe (mg/L)	Pb (mg/L)	U (mg/L)	Cr (mg/L)	Cu (mg/L)	Cd (mg/L)	Ag (mg/L)	Zn (mg/L)	Ti (mg/L)	Ni (mg/L)
UQTR 1	0,036	0,00036	0,0005	0,00025	0,00025	0,0001	0,00042	0,005	0,0005	0,0005
UQTR 2	0,14	0,00021	0,0005	0,00025	0,00025	0,0001	0,00025	1,7	0,0005	0,0005
UQTR 3	0,96	0,00065	0,0005	0,00025	0,0027	0,0001	0,0002	0,007	0,0005	0,0005
UQTR 4	0,038	0,00033	0,0005	0,00025	0,0079	0,0001	0,00019	0,011	0,0005	0,0005
UQTR 5	0,2	0,00048	0,0005	0,00025	0,057	0,0001	0,00015	0,008	0,0005	0,0019
UQTR 6	0,18	0,00005	0,0005	0,00025	0,00025	0,0001	0,0001	0,012	0,0005	0,0018
UQTR 7	4,9	0,00005	0,0005	0,00025	0,00025	0,0001	0,00014	0,002	0,0005	0,0005
UQTR 8	0,64	0,0018	0,0005	0,00025	0,0013	0,0001	0,00005	0,001	0,0005	0,0005
UQTR 10	0,015	0,00005	0,0005	0,00025	0,00025	0,0001	0,00005	0,002	0,0005	0,0005
UQTR 11	0,015	0,00023	0,0005	0,00025	0,00025	0,0001	0,00005	5E-04	0,0005	0,0005
UQTR 12	0,015	0,00016	0,0005	0,00025	0,00025	0,0001	0,00005	0,002	0,0005	0,0005
UQTR 13	0,015	0,00031	0,0005	0,00025	0,00025	0,0001	0,00005	5E-04	0,0005	0,0012
UQTR 14	0,052	0,00069	0,0005	0,00025	0,00025	0,0001	0,00094	5E-04	0,0005	0,0005
UQTR 15	0,015	0,00071	0,0005	0,00025	0,0026	0,0001	0,00068	0,005	0,0005	0,0014
UQTR 16	0,015	0,00031	0,0005	0,00025	0,00025	0,0001	0,00057	0,006	0,0005	0,002
UQTR 17	0,015	0,00043	0,0005	0,00025	0,00025	0,0001	0,00043	0,006	0,0005	0,0018
UQTR 18	0,015	0,00024	0,0005	0,00025	0,00025	0,0001	0,0004	0,002	0,0005	0,0011
UQTR 19	0,015	0,00032	0,0005	0,00025	0,001	0,0001	0,0003	0,003	0,0005	0,0016
UQTR 20	4,8	0,00005	0,0005	0,00025	0,00025	0,0001	0,00011	0,003	0,0005	0,005
UQTR 21	0,015	0,00005	0,0005	0,00025	0,00025	0,0001	0,00005	0,003	0,0005	0,0016
UQTR 22	0,11	0,00012	0,0005	0,00025	0,00025	0,0001	0,00005	0,007	0,0005	0,0015
UQTR 23	0,094	0,00035	0,0005	0,00025	0,0074	0,0001	0,00005	0,011	0,0005	0,0005
UQTR 24	0,19	0,00011	0,0005	0,00025	0,00025	0,0001	0,00005	0,005	0,0005	0,0005
UQTR 25	0,056	0,00039	0,0005	0,00025	0,00063	0,0001	0,00005	0,024	0,0005	0,0049
UQTR 26	0,015	0,0002	0,0005	0,00025	0,0033	0,0001	0,00005	0,005	0,0005	0,0005
UQTR 27	0,015	0,00073	0,0005	0,00025	0,0045	0,0001	0,00005	0,022	0,0005	0,008
UQTR 28	2,5	0,00029	0,0005	0,00025	0,003	0,0001	0,00005	0,02	0,0005	0,012
UQTR 29	0,015	0,00005	0,0005	0,00025	0,00025	0,0001	0,00005	0,011	0,0005	0,0005
UQTR 30	0,071	0,00043	0,0005	0,0018	0,00025	0,0001	0,00005	0,011	0,0005	0,011
UQTR 31	0,13	0,00021	0,0005	0,00025	0,063	0,0001	0,00005	0,006	0,0005	0,016
UQTR 32	0,55	0,00005	0,0005	0,00025	0,00025	0,0001	0,00005	0,006	0,0005	0,0005
UQTR 33	0,015	0,00014	0,0005	0,00025	0,00025	0,0001	0,00005	0,003	0,0005	0,0005
UQTR 34	0,015	0,00051	0,0005	0,00025	0,00094	0,0001	0,00045	0,012	0,0005	0,0005
UQTR 35	0,015	0,00068	0,0005	0,00025	0,011	0,0001	0,00027	0,016	0,0005	0,0005
UQTR 36	0,039	0,00045	0,0005	0,00025	0,066	0,0001	0,0002	0,014	0,0005	0,0005
UQTR 37	0,12	0,00026	0,0005	0,00025	0,068	0,0001	0,00005	0,053	0,0005	0,0011
UQTR 38	0,015	0,00025	0,0005	0,00025	0,00025	0,0001	0,00018	0,009	0,0005	0,0005
UQTR 39	0,045	0,00027	0,0005	0,00025	0,00091	0,0001	0,00005	0,008	0,0005	0,0005
UQTR 40	0,015	0,00005	0,0005	0,00025	0,00025	0,0001	0,00014	0,004	0,0005	0,0005
UQTR 41	0,015	0,0018	0,0005	0,00025	0,022	0,0001	0,00005	0,01	0,0005	0,0005
UQTR 42	0,015	0,0013	0,0005	0,00025	0,0088	0,0001	0,00005	0,022	0,0005	0,0018
UQTR 43	5,7	0,00015	0,0005	0,00025	0,00025	0,0001	0,00005	0,34	0,0005	0,0005
UQTR 44	0,015	0,00013	0,0005	0,00025	0,0045	0,0001	0,00005	0,015	0,0005	0,0005
UQTR 45	0,015	0,00076	0,0005	0,00025	0,003	0,0001	0,00005	0,026	0,0005	0,0005

Station	Fe (mg/L)	Pb (mg/L)	U (mg/L)	Cr (mg/L)	Cu (mg/L)	Cd (mg/L)	Ag (mg/L)	Zn (mg/L)	Tl (mg/L)	Ni (mg/L)
UQTR 46	0,015	0,00011	0,0005	0,00051	0,00025	0,0001	0,00005	0,018	0,0005	0,0005
UQTR 47	0,015	0,00012	0,0005	0,00025	0,00025	0,0001	0,00005	0,023	0,0005	0,0005
UQTR 48	0,015	0,00042	0,0005	0,00025	0,00025	0,0001	0,00005	0,075	0,0005	0,0005
UQTR 49	0,052	0,0001	0,0005	0,00025	0,00025	0,0001	0,00005	0,01	0,0005	0,0005
UQTR 50	0,015	0,00005	0,0031	0,00025	0,00025	0,0001	0,00063	0,01	0,0005	0,0005
UQTR 51	0,015	0,00005	0,0005	0,00025	0,0011	0,0001	0,00091	0,015	0,0005	0,0005
UQTR 52	0,015	0,00013	0,0005	0,00025	0,0031	0,0001	0,00062	0,013	0,0005	0,0005
UQTR 53	0,015	0,00005	0,0005	0,00025	0,00025	0,0001	0,00044	0,011	0,0005	0,0005
UQTR 54	0,015	0,00072	0,0005	0,00025	0,0008	0,0001	0,00032	0,27	0,0005	0,0005
UQTR 55	1,1	0,00071	0,0005	0,00074	0,00025	0,0001	0,00035	0,018	0,0005	0,0005
UQTR 56	0,15	0,00072	0,0005	0,00025	0,038	0,0001	0,00028	0,011	0,0005	0,0005
UQTR 57	0,015	0,00022	0,0005	0,00025	0,0049	0,0001	0,00018	0,016	0,0005	0,0005
UQTR 58	0,073	0,00015	0,0005	0,00025	0,00089	0,0001	0,00019	0,01	0,0005	0,0005
UQTR 59	0,34	0,00063	0,0005	0,00025	0,14	0,0001	0,00013	0,038	0,0005	0,0005
UQTR 60	0,015	0,00005	0,0005	0,00025	0,00096	0,0001	0,00012	0,01	0,0005	0,0005
UQTR 61	0,015	0,00005	0,0005	0,00025	0,0027	0,0001	0,00005	0,027	0,0005	0,0005
UQTR 62	4,2	0,00005	0,0005	0,00025	0,00025	0,0001	0,00005	0,009	0,0005	0,0005
UQTR 63	0,015	0,00043	0,0005	0,00025	0,0041	0,0001	0,00011	0,028	0,0005	0,0005
UQTR 64	0,015	0,0014	0,0005	0,00025	0,015	0,0001	0,00005	0,02	0,0005	0,0005
UQTR 65	0,015	0,00013	0,0005	0,00025	0,00097	0,0001	0,00005	0,01	0,0005	0,0005
UQTR 66	0,015	0,00005	0,0005	0,00025	0,0014	0,0001	0,00005	0,01	0,0005	0,0005
UQTR 67	0,015	0,00014	0,0005	0,00025	0,006	0,0001	0,00005	0,011	0,0005	0,0005
UQTR 68	0,015	0,0006	0,0005	0,00025	0,0097	0,0001	0,00019	0,012	0,0005	0,0005
UQTR 69	0,13	0,00035	0,0005	0,00025	0,0049	0,0001	0,00021	0,017	0,0005	0,0005
UQTR 70	0,08	0,0049	0,0005	0,00025	0,00025	0,0001	0,00018	0,009	0,0005	0,0005
UQTR 71	0,015	0,00014	0,0005	0,00025	0,00025	0,0001	0,00018	0,01	0,0005	0,0005
UQTR 72	0,12	0,00005	0,0005	0,00025	0,00025	0,0001	0,00005	0,004	0,0005	0,0005
UQTR 73	0,79	0,00005	0,0005	0,00025	0,0026	0,0001	0,00005	0,73	0,0005	0,0011
UQTR 74	0,23	0,00005	0,0005	0,00025	0,0076	0,0001	0,00005	0,023	0,0005	0,0019
UQTR 75	0,11	0,00005	0,0005	0,00025	0,00025	0,0001	0,00005	0,005	0,0005	0,0005
UQTR 76	0,015	0,00025	0,0005	0,00025	0,0097	0,0001	0,00005	0,032	0,0005	0,0005
UQTR 77	0,03	0,00014	0,0005	0,00025	0,012	0,0001	0,00005	0,01	0,0005	0,0005
UQTR 78	0,015	0,00038	0,0005	0,00025	0,064	0,0001	0,00005	0,036	0,0005	0,0005
UQTR 79	0,015	0,00005	0,0019	0,00025	0,0031	0,0001	0,00005	0,009	0,0005	0,0005
UQTR 80	0,015	0,0011	0,0005	0,00025	0,041	0,0001	0,00005	0,018	0,0005	0,0005
UQTR 81	0,2	0,00014	0,0005	0,00025	0,0024	0,0001	0,00005	0,003	0,0066	0,0005
UQTR 82	0,38	0,00005	0,0005	0,00025	0,00025	0,0001	0,00005	0,006	0,0005	0,0005
UQTR 83	0,015	0,00005	0,0005	0,00025	0,00025	0,0001	0,00005	0,005	0,0005	0,0012
UQTR 84	0,015	0,00005	0,0005	0,00025	0,0018	0,0001	0,00005	0,005	0,0005	0,0005
UQTR 85	0,015	0,00005	0,0005	0,00025	0,0045	0,0001	0,00005	0,011	0,0005	0,0005
UQTR 86	0,015	0,00005	0,0005	0,00025	0,0015	0,0001	0,00005	0,004	0,0005	0,0005
UQTR 87	0,12	0,00005	0,0005	0,00025	0,00025	0,0001	0,00005	0,003	0,0005	0,0005
UQTR 88	0,16	0,00005	0,0005	0,00056	0,00025	0,0001	0,00005	0,005	0,0005	0,0005
UQTR 89	0,015	0,00005	0,0005	0,00025	0,0034	0,0001	0,00005	0,008	0,0005	0,0005
UQTR 90	0,015	0,0011	0,0025	0,00076	0,0041	0,0004	0,00013	0,003	0,0005	0,0005
UQTR 91	0,015	0,00049	0,0005	0,00025	0,00058	0,0003	0,00012	0,003	0,0005	0,001
UQTR 92	0,29	0,00015	0,0005	0,00025	0,00025	0,0001	0,00012	0,004	0,0005	0,0005

Station	Fe (mg/L)	Pb (mg/L)	U (mg/L)	Cr (mg/L)	Cu (mg/L)	Cd (mg/L)	Ag (mg/L)	Zn (mg/L)	Ti (mg/L)	Ni (mg/L)
UQTR 93	0,032	0,00024	0,0016	0,00025	0,0023	0,0005	0,00011	5E-04	0,0005	0,0014
UQTR 94	0,015	0,0005	0,0005	0,00025	0,00086	0,0003	0,00005	0,008	0,0005	0,0014
UQTR 95	0,015	0,0013	0,0012	0,0013	0,0025	0,0006	0,00005	0,012	0,0005	0,0013
UQTR 96	0,015	0,00075	0,0005	0,00025	0,031	0,0001	0,00005	0,013	0,0005	0,0005
UQTR 97	0,015	0,00005	0,0005	0,00025	0,0057	0,0001	0,00011	0,007	0,0005	0,0005
UQTR 98	0,035	0,00033	0,0005	0,00025	0,013	0,0001	0,00011	0,011	0,0005	0,0005
UQTR 99	0,015	0,00016	0,0005	0,00063	0,0023	0,0001	0,00005	0,005	0,0005	0,0005
UQTR 100	0,039	0,0002	0,0005	0,00025	0,025	0,0001	0,00013	0,085	0,0005	0,0005
UQTR 101	0,015	0,0032	0,0005	0,00025	0,19	0,0001	0,0001	0,056	0,0005	0,0005
UQTR 102	0,015	0,00024	0,0005	0,00025	0,013	0,0001	0,00005	0	0,0005	0,0005
UQTR 103	0,015	0,00033	0,0005	0,00025	0,0016	0,0001	0,00005	0,022	0,0005	0,0005
UQTR 104	0,015	0,00095	0,0005	0,00025	0,012	0,0001	0,00011	0,011	0,0005	0,0005
UQTR 105	0,34	0,00016	0,0005	0,00025	0,0039	0,0001	0,00005	0,038	0,0005	0,0005
UQTR 106	0,015	0,00017	0,0005	0,00025	0,00025	0,0001	0,00005	5E-04	0,0005	0,0005
UQTR 107	2,3	0,00055	0,0005	0,00025	0,00088	0,0003	0,00011	0,011	0,0005	0,0005
UQTR 108	0,015	0,0015	0,0005	0,00025	0,0038	0,0001	0,00005	0,013	0,0005	0,0005
UQTR 109	0,015	0,0004	0,0013	0,00025	0,0021	0,0001	0,00005	0,007	0,0005	0,0005
UQTR 110	0,015	0,00005	0,0005	0,00025	0,0018	0,0001	0,00005	5E-04	0,0005	0,0005
UQTR 111	0,015	0,00055	0,0005	0,00025	0,0027	0,0001	0,00005	5E-04	0,0005	0,0005
UQTR 112	0,015	0,0017	0,0005	0,00025	0,071	0,0001	0,00005	0,021	0,0005	0,0005
UQTR 113	0,015	0,00005	0,0005	0,00025	0,016	0,0001	0,00005	5E-04	0,0005	0,0005
UQTR 114	0,054	0,00031	0,0005	0,00025	0,0071	0,0001	0,00005	0,26	0,0005	0,0005
UQTR 115	0,015	0,00005	0,0005	0,00025	0,031	0,0001	0,00005	0,013	0,0005	0,0005
UQTR 116	0,12	0,00032	0,0005	0,00025	0,22	0,0001	0,00005	0,032	0,0005	0,0005
UQTR 117	0,44	0,00055	0,0005	0,00025	0,12	0,0001	0,00005	0,057	0,0005	0,0005
UQTR 118	0,15	0,00005	0,0005	0,00025	0,0034	0,0001	0,00005	0,06	0,0005	0,028
UQTR 119	0,015	0,00049	0,0005	0,00025	0,028	0,0001	0,00005	5E-04	0,0005	0,0005
UQTR 120	0,015	0,00005	0,0005	0,00025	0,0013	0,0001	0,00005	5E-04	0,0005	0,0005
UQTR 121	0,015	0,00093	0,0005	0,00025	0,0088	0,0001	0,00005	0,009	0,0005	0,0005
UQTR 122	0,015	0,00013	0,0005	0,00025	0,0031	0,0001	0,00005	0,008	0,0005	0,0005
UQTR 123	0,015	0,00005	0,0005	0,00025	0,00025	0,0001	0,00005	5E-04	0,0005	0,0044
UQTR 124	0,21	0,00005	0,0005	0,00025	0,0036	0,0001	0,00005	5E-04	0,0005	0,0005
UQTR 125	0,015	0,00005	0,0005	0,00025	0,00025	0,0001	0,00005	5E-04	0,0005	0,0005
UQTR 126	0,015	0,00012	0,0005	0,00025	0,0092	0,0001	0,00005	0,022	0,0005	0,0005
UQTR 127	3,1	0,00005	0,0005	0,0012	0,00025	0,0001	0,00005	0,003	0,0005	0,0005
UQTR 128	2,8	0,0013	0,0005	0,00025	0,0099	0,0001	0,00005	0,16	0,0005	0,022
UQTR 129	0,015	0,00005	0,0005	0,00025	0,021	0,0001	0,00005	0,008	0,0005	0,0011
UQTR 130	0,088	0,0028	0,0005	0,00057	0,046	0,0004	0,00077	0,049	0,0005	0,002
UQTR 131	0,081	0,0012	0,0005	0,00025	0,017	0,0001	0,00005	0,036	0,0005	0,0005
UQTR 132	1,8	0,00039	0,0005	0,00065	0,0023	0,0001	0,00005	0,027	0,0005	0,0005
UQTR 133	0,37	0,00085	0,0005	0,00025	0,0024	0,0001	0,00005	0,017	0,0005	0,0005
UQTR 134	0,9	0,0001	0,0005	0,00025	0,00025	0,0001	0,0048	0,004	0,0005	0,0005
UQTR 135	0,067	0,00005	0,0005	0,00082	0,00025	0,0001	0,0021	0,006	0,0005	0,0005
UQTR 136	7,9	0,00005	0,0005	0,00025	0,00025	0,0001	0,0006	0,036	0,0005	0,0005
UQTR 137	2,9	0,0011	0,0005	0,00025	0,02	0,0001	0,00005	0,018	0,0005	0,0038
UQTR 138	0,086	0,0006	0,0005	0,00025	0,0066	0,0001	0,00005	0,035	0,0005	0,0005
UQTR 139	0,032	0,0013	0,0005	0,00078	0,003	0,0001	0,00005	0,085	0,0005	0,0014

Station	Fe (mg/L)	Pb (mg/L)	U (mg/L)	Cr (mg/L)	Cu (mg/L)	Cd (mg/L)	Ag (mg/L)	Zn (mg/L)	Tl (mg/L)	Ni (mg/L)
UQTR 140	0,015	0,00022	0,0005	0,00025	0,00061	0,0001	0,00005	0,06	0,0005	0,0005
UQTR 141	0,015	0,00005	0,0005	0,00025	0,00025	0,0001	0,00005	0,006	0,0005	0,0005
UQTR 142	0,015	0,00005	0,0005	0,0012	0,00025	0,0001	0,00005	0,009	0,0005	0,0005
UQTR 143	0,015	0,00005	0,0005	0,00025	0,00025	0,0001	0,00005	0,003	0,0005	0,0005
UQTR 144	0,015	0,00005	0,0005	0,00025	0,00025	0,0001	0,00005	0,007	0,0005	0,0005
UQTR 145	0,015	0,00025	0,0005	0,00025	0,0028	0,0001	0,00005	0,007	0,0005	0,0005
UQTR 146	0,015	0,00069	0,0005	0,00025	0,016	0,0001	0,00005	0,021	0,0005	0,0005
UQTR 147	1,4	0,00022	0,0005	0,00025	0,015	0,0001	0,00005	0,019	0,0005	0,0052
UQTR 148	0,015	0,00082	0,0005	0,00025	0,039	0,0001	0,00005	0,019	0,0005	0,0005
UQTR 149	0,015	0,00038	0,0005	0,00025	0,061	0,0001	0,00005	0,011	0,0005	0,001
UQTR 150	0,015	0,00064	0,0005	0,00025	0,011	0,0001	0,00005	0,018	0,0005	0,0005
UQTR 151	0,015	0,00034	0,0005	0,00025	0,0084	0,0001	0,00005	0,024	0,0005	0,0005
UQTR 152	0,015	0,0011	0,0005	0,00025	0,013	0,0001	0,00005	0,019	0,0005	0,0005
UQTR 153	0,015	0,00037	0,0005	0,00025	0,0021	0,0001	0,00005	0,016	0,0005	0,0005
UQTR 154	0,1	0,0024	0,0005	0,00025	0,042	0,0001	0,00005	0,097	0,0005	0,002
UQTR 155	0,7	0,00005	0,0005	0,00069	0,00025	0,0001	0,00005	0,01	0,0005	0,0005
UQTR 156	0,015	0,00087	0,0005	0,00025	0,015	0,0001	0,00005	0,022	0,0005	0,0005
UQTR 157	0,015	0,00005	0,0005	0,00025	0,00025	0,0001	0,00005	0,008	0,0005	0,0005
UQTR 158	3,3	0,00079	0,0005	0,00025	0,0084	0,0001	0,00005	0,019	0,0005	0,0005
UQTR 159	0,75	0,027	0,0005	0,00025	0,00025	0,0001	0,00005	0,16	0,0005	0,0016
UQTR 160	0,015	0,00017	0,0005	0,00025	0,0031	0,0001	0,00005	0,014	0,0005	0,0005
UQTR 161	0,059	0,00005	0,0005	0,00025	0,0059	0,0001	0,00005	0,027	0,0005	0,0005
UQTR 162	0,015	0,00068	0,0005	0,00025	0,0068	0,0001	0,00005	5E-04	0,0005	0,0022
UQTR 163	0,015	0,00014	0,0005	0,00025	0,00025	0,0001	0,00005	5E-04	0,0005	0,0005
UQTR 164	0,015	0,00035	0,0005	0,00025	0,0097	0,0001	0,00005	0,012	0,0005	0,0005
UQTR 165	0,015	0,00034	0,0005	0,00025	0,011	0,0001	0,00005	5E-04	0,0005	0,0005
UQTR 166	0,034	0,00036	0,0005	0,00025	0,089	0,0001	0,00011	0,01	0,0005	0,0005
UQTR 167	0,015	0,00072	0,0005	0,00025	0,048	0,0001	0,00005	0,1	0,0005	0,0005
UQTR 168	0,015	0,00012	0,0005	0,00025	0	0,0001	0,00005	5E-04	0,0005	0,0005
UQTR 169	0,015	0,00041	0,0005	0,00025	0,26	0,0001	0,00012	0,034	0,0005	0,0005
UQTR 170	0,51	0,00017	0,0005	0,00025	0,001	0,0001	0,00005	5E-04	0,0005	0,0005
UQTR 171	0,51	0,00022	0,0005	0,00025	0,0024	0,0001	0,00005	5E-04	0,0005	0,0005
UQTR 172	0,015	0,0029	0,0005	0,00025	0,022	0,0001	0,00005	0,044	0,0005	0,0005
UQTR 173	0,015	0,0014	0,0005	0,00025	0,0044	0,0001	0,00005	0,016	0,0005	0,0005
UQTR 174	0,015	0,00097	0,0005	0,00075	0,011	0,0001	0,00005	0,019	0,0005	0,0005
UQTR 175	0,098	0,0026	0,0005	0,00025	0,019	0,0001	0,00005	0,015	0,0005	0,0011
UQTR 176	0,015	0,00028	0,0005	0,00025	0,0013	0,0001	0,00005	0,005	0,0005	0,0005
UQTR 177	0,015	0,00005	0,0005	0,00025	0,0056	0,0001	0,00005	0,008	0,0005	0,0005
UQTR 178	0,061	0,00005	0,0005	0,00025	0,00025	0,0001	0,00005	0,007	0,0016	0,0005
UQTR 179	0,015	0,00016	0,0005	0,00025	0,0023	0,0001	0,00005	5E-04	0,0019	0,0005
UQTR 180	0,015	0,00053	0,0005	0,00025	0,046	0,0001	0,00005	0,017	0,0011	0,0005
UQTR 181	0,015	0,00016	0,0005	0,00025	0,00025	0,0001	0,00005	5E-04	0,0005	0,0005
UQTR 182	3	0,00016	0,0005	0,001	0,00025	0,0001	0,00005	5E-04	0,0018	0,0005
UQTR 183	0,015	0,00013	0,0005	0,00025	0,00025	0,0001	0,00005	5E-04	0,0005	0,0005
UQTR 184	0,038	0,00005	0,0005	0,00025	0,00025	0,0001	0,00005	5E-04	0,0005	0,0015
UQTR 185	0,015	0,00005	0,0005	0,00025	0,00025	0,0001	0,00005	0,034	0,0005	0,0017
UQTR 186	0,015	0,00005	0,0005	0,00025	0,018	0,0001	0,00005	5E-04	0,0005	0,0005

Station	Fe (mg/L)	Pb (mg/L)	U (mg/L)	Cr (mg/L)	Cu (mg/L)	Cd (mg/L)	Ag (mg/L)	Zn (mg/L)	Tl (mg/L)	Ni (mg/L)
UQTR 187	0,041	0,00016	0,0005	0,00025	0,00025	0,0001	0,00005	0,005	0,0005	0,0026
UQTR 188	0,015	0,00005	0,0005	0,00025	0,0065	0,0001	0,00005	0,025	0,0005	0,0015
UQTR 189	0,015	0,00013	0,0005	0,00025	0,00025	0,0001	0,00019	0,003	0,0005	0,0005
UQTR 190	0,015	0,00011	0,0005	0,00025	0,00025	0,0001	0,00005	0,003	0,0005	0,0005
UQTR 191	0,015	0,00005	0,0005	0,00056	0,00025	0,0001	0,00005	0,003	0,0005	0,0005
UQTR 192	0,015	0,00005	0,0005	0,00025	0,00025	0,0001	0,00005	0,003	0,0005	0,0034
UQTR 193	1,5	0,00011	0,0005	0,00025	0,00025	0,0001	0,00005	0,007	0,0005	0,001
UQTR 194	30	0,00005	0,0005	0,00025	0,00025	0,0001	0,00005	0,003	0,0005	0,0005
UQTR 195	6,4	0,00005	0,0005	0,00025	0,00025	0,0001	0,00035	0,003	0,0005	0,0023
UQTR 196	5	0,00005	0,0005	0,00025	0,00025	0,0001	0,00015	0,003	0,0005	0,0016
UQTR 197	4,3	0,00014	0,0005	0,00025	0,00025	0,0001	0,00005	0,003	0,0005	0,0012
UQTR 198	0,015	0,00005	0,0005	0,00025	0,00025	0,0001	0,00005	0,016	0,0005	0,0017
UQTR 199	16	0,00005	0,0005	0,00025	0,00025	0,0001	0,00005	0,003	0,0005	0,0005
UQTR 200	0,056	0,00037	0,0005	0,00025	0,04	0,0001	0,00005	0,025	0,0005	0,0014
UQTR 201	0,015	0,00042	0,0005	0,00025	0,00058	0,0001	0,00005	0,014	0,0005	0,0005
UQTR 202	0,055	0,00075	0,0005	0,00025	0,00081	0,0001	0,00005	5E-04	0,0005	0,0005
UQTR 204	0,015	0,00023	0,0005	0,00025	0,00025	0,0001	0,00005	5E-04	0,0005	0,0005
UQTR 205	0,015	0,00011	0,0005	0,00025	0,00025	0,0001	0,00005	5E-04	0,0005	0,0005
UQTR 206	0,015	0,00005	0,0005	0,0015	0,00025	0,0001	0,00005	5E-04	0,0005	0,0005
UQTR 207	0,015	0,00005	0,0005	0,00092	0,00025	0,0001	0,00005	5E-04	0,0005	0,0005
UQTR 208	0,015	0,00005	0,0005	0,00025	0,00025	0,0001	0,00005	5E-04	0,0016	0,0005
UQTR 209	0,015	0,00005	0,0005	0,00025	0,00025	0,0001	0,00005	5E-04	0,0005	0,0005
UQTR 210	0,015	0,00005	0,0005	0,00025	0,00025	0,0001	0,00005	5E-04	0,0005	0,0005
UQTR 211	8,8	0,0021	0,0005	0,0038	0,0021	0,0001	0,00039	0,01	0,0005	0,0032
UQTR 212	0,2	0,00005	0,0005	0,00025	0,00025	0,0001	0,00005	0,003	0,0005	0,0005
UQTR 213	0,12	0,00005	0,0005	0,00025	0,00025	0,0001	0,00005	0,003	0,0044	0,0005
UQTR 214	0,05	0,00005	0,0005	0,00085	0,00025	0,0001	0,00005	0,003	0,0005	0,0005
UQTR 215	0,05	0,00005	0,0005	0,00025	0,00025	0,0001	0,00005	0,003	0,0005	0,0005
UQTR 216	3,1	0,00005	0,0005	0,00025	0,00025	0,0001	0,00005	0,003	0,0005	0,0005
UQTR 217	38	0,00005	0,0005	0,00059	0,00025	0,0001	0,00005	0,007	0,0005	0,0021
UQTR 218	13	0,00012	0,0005	0,0013	0,00025	0,0001	0,00005	0,003	0,0005	0,0041
UQTR 219 - 1	3,8	0,00029	0,0005	0,00025	0,00025	0,0001	0,00005	0,003	0,0005	0,0005
UQTR 219 - 2	3	0,00024	0,0005	0,00025	0,00025	0,0001	0,00005	0,003	0,0005	0,0005
UQTR 220	0,05	0,00031	0,0005	0,00025	0,00025	0,0001	0,00005	0,003	0,0005	0,0005
UQTR 221	0,05	0,00034	0,0005	0,00025	0,00025	0,0001	0,00005	0,003	0,0005	0,0005
UQTR 222	0,05	0,00015	0,0005	0,00025	0,00025	0,0001	0,00005	0,003	0,0005	0,0005
UQTR 223	5,8	0,00074	0,0005	0,0015	0,013	0,0001	0,00005	0,013	0,0005	0,0052
UQTR 224	0,36	0,0012	0,0005	0,00025	0,034	0,0001	0,00005	0,18	0,0005	0,0032
UQTR 225	2,3	0,00013	0,0005	0,00025	0,00025	0,0001	0,00005	0,003	0,0005	0,0005
UQTR 226	3,8	0,00013	0,0005	0,00025	0,00025	0,0001	0,00005	0,01	0,0005	0,0063
UQTR 227 - 1	0,71	0,00005	0,0005	0,0018	0,00025	0,0001	0,0002	0,003	0,0005	0,0005
UQTR 227 - 2	0,67	0,00005	0,0005	0,0014	0,00025	0,0001	0,00005	0,003	0,0005	0,0005
UQTR 227 - 3	0,72	0,00005	0,0005	0,0014	0,00025	0,0001	0,00005	0,003	0,0005	0,0005
UQTR 227 - 4	0,62	0,00005	0,0005	0,0013	0,00025	0,0001	0,00005	0,003	0,0005	0,0005
UQTR 227 - 5	0,75	0,00005	0,0005	0,0015	0,00025	0,0001	0,00005	0,003	0,0005	0,0005
UQTR 228 - 1	0,17	0,00005	0,0005	0,0013	0,00025	0,0001	0,00005	0,008	0,0005	0,0017

Station	Fe (mg/L)	Pb (mg/L)	U (mg/L)	Cr (mg/L)	Cu (mg/L)	Cd (mg/L)	Ag (mg/L)	Zn (mg/L)	Tl (mg/L)	Ni (mg/L)
UQTR 228 - 2	0,16	0,00005	0,0005	0,0012	0,00025	0,0001	0,00005	0,009	0,0005	0,0015
UQTR 228 - 3	0,16	0,00005	0,0005	0,0013	0,00025	0,0001	0,00005	0,011	0,0005	0,0017
UQTR 228 - 4	0,17	0,00005	0,0005	0,0014	0,00025	0,0001	0,00005	0,009	0,0005	0,0017
UQTR 228 - 5	0,18	0,00005	0,0005	0,0012	0,00025	0,0001	0,00005	0,01	0,0005	0,0015
UQTR 229	0,05	0,00005	0,0005	0,0012	0,0011	0,0001	0,00005	0,003	0,0005	0,0018
UQTR 301	0,05	0,00005	0,0005	0,00025	0,00064	0,0001	0,00005	0,014	0,0005	0,0018
UQTR 302	0,05	0,00005	0,0005	0,00025	0,0005	0,0001	0,00005	0,014	0,0005	0,0018
UQTR 303	0,05	0,00005	0,0005	0,00025	0,00025	0,0001	0,00005	0,013	0,0005	0,002
UQTR 304	0,05	0,00005	0,0005	0,00025	0,00025	0,0001	0,00005	0,009	0,0005	0,0013
UQTR 305	0,05	0,00005	0,0005	0,00025	0,00025	0,0001	0,00005	0,009	0,0005	0,0013
UQTR 306	0,05	0,00005	0,0005	0,00025	0,00025	0,0001	0,00005	0,009	0,0005	0,0023
UQTR 307	0,05	0,00025	0,0005	0,00025	0,00025	0,0001	0,00005	0,009	0,0005	0,0023

Tableau B.8
Base de données géochimiques – Paramètres géochimiques (métaux)

Station	Co (mg/L)	Li (mg/L)	Sb (mg/L)	Mo (mg/L)	Ni (mg/L)	Se (mg/L)	Sr (mg/L)	As (mg/L)	Sn (mg/L)	V (mg/L)	Ba (mg/L)	Be (mg/L)	Bi (mg/L)
UQTR 1	0,00025	0,005	0,0005	0,00054	0,0005	0,0005	0,24	0,0005	0,0005	0,001	0,076	0,0003	0,00013
UQTR 2	0,00025	0,005	0,0005	0,00025	0,0005	0,0005	0,28	0,0005	0,0005	0,001	0,074	0,0003	0,00013
UQTR 3	0,00025	0,005	0,0005	0,00025	0,0005	0,0005	0,059	0,0005	0,0005	0,001	0,071	0,0003	0,00013
UQTR 4	0,00025	0,005	0,0005	0,00025	0,0005	0,0005	0,27	0,0005	0,0005	0,001	0,035	0,0003	0,00013
UQTR 5	0,00025	0,005	0,0005	0,00025	0,0019	0,0005	0,025	0,0005	0,0005	0,001	0,0054	0,0003	0,00013
UQTR 6	0,00025	0,005	0,0005	0,00025	0,0018	0,0005	0,056	0,0005	0,0005	0,001	0,013	0,0003	0,00013
UQTR 7	0,00058	0,005	0,0005	0,00025	0,0005	0,0005	0,033	0,0005	0,0005	0,001	0,026	0,0003	0,00013
UQTR 8	0,00025	0,005	0,0005	0,00025	0,0005	0,0005	0,052	0,0005	0,0012	0,001	0,014	0,0003	0,00013
UQTR 10	0,00025	0,005	0,0005	0,00025	0,0005	0,0005	0,052	0,0005	0,0005	0,001	0,042	0,0003	0,00013
UQTR 11	0,00025	0,005	0,0005	0,00025	0,0005	0,0005	0,14	0,0005	0,0005	0,001	0,016	0,0003	0,00013
UQTR 12	0,00025	0,005	0,0005	0,00025	0,0005	0,0005	0,16	0,0005	0,0005	0,001	0,031	0,0003	0,00013
UQTR 13	0,00025	0,005	0,0005	0,00025	0,0012	0,0005	0,15	0,0005	0,0005	0,001	0,043	0,0003	0,00013
UQTR 14	0,00025	0,005	0,0005	0,00025	0,0005	0,0005	0,16	0,0005	0,0005	0,001	0,045	0,0003	0,00013
UQTR 15	0,00025	0,005	0,0005	0,00025	0,0014	0,0005	0,1	0,0005	0,0005	0,001	0,031	0,0003	0,00013
UQTR 16	0,00025	0,005	0,0005	0,00025	0,002	0,0005	0,18	0,0005	0,0005	0,001	0,064	0,0003	0,00013
UQTR 17	0,00025	0,005	0,0005	0,00025	0,0018	0,0005	0,14	0,0005	0,0005	0,001	0,04	0,0003	0,00013
UQTR 18	0,00025	0,005	0,0005	0,00025	0,0011	0,0005	0,23	0,0005	0,0005	0,001	0,072	0,0003	0,00013
UQTR 19	0,00025	0,005	0,0005	0,0028	0,0016	0,0005	0,2	0,0005	0,0005	0,001	0,054	0,0003	0,00013
UQTR 20	0,00063	0,005	0,0005	0,00025	0,005	0,0005	0,66	0,0005	0,0005	0,001	0,21	0,0003	0,00013
UQTR 21	0,00025	0,005	0,0005	0,00025	0,0016	0,0005	0,11	0,0005	0,0005	0,001	0,02	0,0003	0,00013
UQTR 22	0,00025	0,005	0,0005	0,00025	0,0015	0,0005	0,2	0,0005	0,0005	0,001	0,037	0,0003	0,00013
UQTR 23	0,00025	0,005	0,0005	0,00025	0,0005	0,0005	0,22	0,0005	0,0005	0,001	0,064	0,0003	0,00013
UQTR 24	0,00025	0,005	0,0005	0,00025	0,0005	0,0005	0,028	0,0005	0,0005	0,001	0,036	0,0003	0,00013
UQTR 25	0,00025	0,005	0,0005	0,00025	0,0049	0,0005	0,15	0,0005	0,0005	0,001	0,031	0,0003	0,00013
UQTR 26	0,00025	0,005	0,0005	0,00025	0,0005	0,0005	0,035	0,0005	0,0005	0,001	0,021	0,0003	0,00013
UQTR 27	0,00025	0,005	0,0005	0,00025	0,008	0,0005	0,037	0,0005	0,0005	0,0056	0,023	0,0003	0,00013
UQTR 28	0,003	0,005	0,0005	0,00025	0,012	0,0005	0,45	0,0005	0,0005	0,001	0,13	0,0003	0,00013
UQTR 29	0,00025	0,005	0,0005	0,00025	0,0005	0,0005	0,099	0,0005	0,0005	0,001	0,03	0,0003	0,00013
UQTR 30	0,00054	0,005	0,0005	0,00025	0,011	0,0005	0,22	0,0005	0,0005	0,001	0,095	0,0003	0,00013

Station	Co (mg/L)	Li (mg/L)	Sb (mg/L)	Mo (mg/L)	Ni (mg/L)	Se (mg/L)	Sr (mg/L)	As (mg/L)	Sn (mg/L)	V (mg/L)	Ba (mg/L)	Be (mg/L)	Bi (mg/L)
UQTR 31	0,0058	0,005	0,0005	0,0023	0,016	0,0005	0,15	0,0005	0,0005	0,001	0,024	0,0003	0,00013
UQTR 32	0,00025	0,14	0,0005	0,00025	0,0005	0,0005	1,7	0,0005	0,0005	0,001	1,5	0,0003	0,00013
UQTR 33	0,00025	0,005	0,0005	0,00025	0,0005	0,0005	0,04	0,0005	0,0005	0,001	0,0042	0,0003	0,00013
UQTR 34	0,00025	0,005	0,0005	0,00025	0,0005	0,0005	0,017	0,0005	0,0005	0,001	0,043	0,0003	0,00013
UQTR 35	0,00025	0,005	0,0005	0,00025	0,0005	0,0005	0,026	0,0005	0,0005	0,001	0,021	0,0003	0,00013
UQTR 36	0,00025	0,005	0,0005	0,00025	0,0005	0,0005	0,14	0,0005	0,0005	0,001	0,097	0,0003	0,00013
UQTR 37	0,00025	0,005	0,0005	0,00025	0,0011	0,0005	0,22	0,0005	0,0005	0,001	0,051	0,0003	0,00013
UQTR 38	0,00025	0,005	0,0005	0,0014	0,0005	0,0005	0,27	0,0005	0,0005	0,001	0,014	0,0003	0,00013
UQTR 39	0,00025	0,005	0,0005	0,002	0,0005	0,0005	0,17	0,0005	0,0005	0,001	0,015	0,0003	0,00013
UQTR 40	0,00025	0,024	0,0005	0,00025	0,0005	0,0005	0,44	0,0005	0,0005	0,001	0,13	0,0003	0,00013
UQTR 41	0,00025	0,005	0,0005	0,00025	0,0005	0,0005	0,11	0,0005	0,0005	0,001	0,013	0,0003	0,00013
UQTR 42	0,0016	0,005	0,0005	0,00025	0,0018	0,0005	0,035	0,0005	0,0005	0,001	0,055	0,0003	0,00013
UQTR 43	0,00025	0,005	0,0005	0,00025	0,0005	0,0005	0,055	0,0005	0,0005	0,001	0,022	0,0003	0,00013
UQTR 44	0,00025	0,005	0,0005	0,00025	0,0005	0,0005	0,045	0,0005	0,0005	0,001	0,079	0,0003	0,00013
UQTR 45	0,00025	0,005	0,0005	0,00025	0,0005	0,0005	0,047	0,0005	0,0005	0,001	0,0045	0,0003	0,00013
UQTR 46	0,00025	0,005	0,0005	0,00025	0,0005	0,0005	0,028	0,0005	0,0005	0,001	0,001	0,0003	0,00013
UQTR 47	0,00025	0,005	0,0005	0,00025	0,0005	0,0005	0,025	0,0005	0,0005	0,001	0,0071	0,0003	0,00013
UQTR 48	0,00025	0,005	0,0005	0,00025	0,0005	0,0005	0,056	0,0005	0,0005	0,001	0,013	0,0003	0,00013
UQTR 49	0,00025	0,005	0,0005	0,0018	0,0005	0,0005	2,2	0,0005	0,0005	0,001	0,0091	0,0003	0,00013
UQTR 50	0,00025	0,005	0,0013	0,0012	0,0005	0,0005	0,094	0,0005	0,0005	0,001	0,0063	0,0003	0,00013
UQTR 51	0,00025	0,005	0,0005	0,0011	0,0005	0,0005	0,18	0,0005	0,0005	0,001	0,0022	0,0003	0,00013
UQTR 52	0,00025	0,005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,39	0,0005	0,0005	0,001	0,015	0,0003	0,00013
UQTR 53	0,00025	0,005	0,0005	0,0014	0,0005	0,0005	0,081	0,0005	0,0005	0,001	0,0038	0,0003	0,00013
UQTR 54	0,00025	0,005	0,0005	0,00025	0,0005	0,0005	0,084	0,0005	0,0005	0,001	0,067	0,0003	0,00013
UQTR 55	0,00025	0,005	0,0005	0,00025	0,0005	0,0005	0,53	0,0005	0,0005	0,001	0,059	0,0003	0,00013
UQTR 56	0,00025	0,005	0,0005	0,00025	0,0005	0,0005	0,077	0,0005	0,0005	0,001	0,027	0,0003	0,00013
UQTR 57	0,00025	0,005	0,0005	0,00025	0,0005	0,0005	0,07	0,0005	0,0005	0,001	0,059	0,0003	0,00013
UQTR 58	0,00025	0,005	0,0005	0,00094	0,0005	0,0005	0,15	0,0005	0,0005	0,001	0,0028	0,0003	0,00013

Station	Co (mg/L)	Li (mg/L)	Sb (mg/L)	Mo (mg/L)	Ni (mg/L)	Se (mg/L)	Sr (mg/L)	As (mg/L)	Sn (mg/L)	V (mg/L)	Ba (mg/L)	Be (mg/L)	Bi (mg/L)
UQTR 59	0,00025	0,005	0,0005	0,00025	0,0005	0,0005	0,038	0,0005	0,0005	0,001	0,03	0,0003	0,00013
UQTR 60	0,00025	0,005	0,0005	0,00092	0,0005	0,0005	0,23	0,0005	0,0005	0,001	0,001	0,0003	0,00013
UQTR 61	0,00025	0,005	0,0005	0,001	0,0005	0,0005	0,071	0,0005	0,0012	0,001	0,0036	0,0003	0,00013
UQTR 62	0,00025	0,005	0,0005	0,00086	0,0005	0,0005	0,17	0,0005	0,0005	0,001	0,024	0,0003	0,00013
UQTR 63	0,00025	0,005	0,0005	0,00025	0,0005	0,0005	0,041	0,0005	0,0005	0,001	0,0023	0,0003	0,00013
UQTR 64	0,00025	0,005	0,0005	0,00025	0,0005	0,0005	0,015	0,0005	0,0005	0,001	0,0041	0,0003	0,00013
UQTR 65	0,00025	0,005	0,0005	0,00025	0,0005	0,0005	0,034	0,0005	0,0005	0,001	0,001	0,0003	0,00013
UQTR 66	0,00025	0,005	0,0005	0,00093	0,0005	0,0005	0,031	0,0005	0,0005	0,001	0,001	0,0003	0,00013
UQTR 67	0,00025	0,005	0,0005	0,00025	0,0005	0,0005	0,026	0,0005	0,0005	0,001	0,001	0,0003	0,00013
UQTR 68	0,00025	0,005	0,002	0,00025	0,0005	0,0005	0,048	0,0005	0,0005	0,001	0,038	0,0003	0,00013
UQTR 69	0,00025	0,005	0,0018	0,00025	0,0005	0,0005	0,065	0,0005	0,0005	0,001	0,019	0,0003	0,00013
UQTR 70	0,00025	0,005	0,0015	0,0017	0,0005	0,0005	0,29	0,0005	0,0005	0,001	0,034	0,0003	0,00013
UQTR 71	0,00025	0,005	0,0013	0,0021	0,0005	0,0005	0,11	0,0005	0,0005	0,001	0,013	0,0003	0,00013
UQTR 72	0,00025	0,005	0,0005	0,0013	0,0005	0,0005	0,74	0,0005	0,0005	0,001	0,046	0,0003	0,00013
UQTR 73	0,00025	0,005	0,0005	0,00025	0,0011	0,0005	0,071	0,0005	0,0005	0,001	0,014	0,0003	0,00013
UQTR 74	0,0051	0,005	0,0005	0,00025	0,0019	0,0005	0,22	0,0005	0,0005	0,001	0,05	0,0003	0,00013
UQTR 75	0,00025	0,028	0,0005	0,00025	0,0005	0,0005	0,48	0,0005	0,0005	0,001	0,47	0,0003	0,00013
UQTR 76	0,00025	0,005	0,0005	0,00025	0,0005	0,0005	0,072	0,0005	0,0005	0,001	0,12	0,0003	0,00013
UQTR 77	0,00025	0,005	0,0005	0,00025	0,0005	0,0005	0,031	0,0005	0,0005	0,001	0,047	0,0003	0,00013
UQTR 78	0,00025	0,005	0,0005	0,00025	0,0005	0,0005	0,044	0,0005	0,0005	0,001	0,033	0,0003	0,00013
UQTR 79	0,00025	0,005	0,0005	0,00076	0,0005	0,0005	0,86	0,0005	0,0005	0,001	0,013	0,0003	0,00013
UQTR 80	0,00025	0,005	0,0005	0,00025	0,0005	0,0005	0,035	0,0005	0,0005	0,001	0,035	0,0003	0,00013
UQTR 81	0,00025	0,005	0,0005	0,0039	0,0005	0,0005	0,039	0,0005	0,0005	0,0051	0,01	0,0003	0,00013
UQTR 82	0,00025	0,005	0,0005	0,00025	0,0005	0,0005	0,1	0,0005	0,0005	0,001	0,0092	0,0003	0,00013
UQTR 83	0,00025	0,005	0,0005	0,00025	0,0012	0,0005	0,028	0,0005	0,0005	0,001	0,0046	0,0003	0,00013
UQTR 84	0,00025	0,005	0,0005	0,00025	0,0005	0,0005	0,024	0,0005	0,0005	0,001	0,0093	0,0003	0,00013
UQTR 85	0,00025	0,005	0,0005	0,0019	0,0005	0,0005	0,15	0,0005	0,0005	0,001	0,014	0,0003	0,00013
UQTR 86	0,00025	0,005	0,0005	0,00025	0,0005	0,0005	0,72	0,0005	0,0005	0,001	0,011	0,0003	0,00013

Station	Co (mg/L)	Li (mg/L)	Sb (mg/L)	Mo (mg/L)	Ni (mg/L)	Se (mg/L)	Sr (mg/L)	As (mg/L)	Sn (mg/L)	V (mg/L)	Ba (mg/L)	Be (mg/L)	Bi (mg/L)
UQTR 87	0,00025	0,005	0,0005	0,00025	0,0005	0,0005	0,058	0,0005	0,0005	0,001	0,0067	0,0003	0,00013
UQTR 88	0,00025	0,005	0,0005	0,0023	0,0005	0,0005	0,078	0,0005	0,0005	0,001	0,0073	0,0003	0,00013
UQTR 89	0,00025	0,005	0,0005	0,00025	0,0005	0,0005	0,12	0,0005	0,0005	0,001	0,0034	0,0003	0,00013
UQTR 90	0,00063	0,005	0,0005	0,0024	0,0005	0,0005	1	0,0005	0,0005	0,001	0,22	0,0003	0,00013
UQTR 91	0,00025	0,005	0,0005	0,0016	0,001	0,0005	1,4	0,0005	0,0005	0,001	0,015	0,0003	0,00013
UQTR 92	0,00025	0,005	0,0005	0,0018	0,0005	0,0005	0,82	0,0005	0,0005	0,001	0,06	0,0003	0,00013
UQTR 93	0,00094	0,005	0,0005	0,0016	0,0014	0,0005	1,4	0,0005	0,0005	0,001	0,037	0,0003	0,00013
UQTR 94	0,00025	0,005	0,0005	0,0014	0,0014	0,0005	1,7	0,0005	0,0005	0,001	0,1	0,0003	0,00013
UQTR 95	0,001	0,005	0,0005	0,001	0,0013	0,0005	0,23	0,0005	0,0005	0,001	0,035	0,0005	0,00013
UQTR 96	0,00025	0,005	0,0005	0,00025	0,0005	0,0005	0,037	0,0005	0,0005	0,001	0,0068	0,0003	0,00013
UQTR 97	0,00025	0,005	0,0005	0,00025	0,0005	0,0005	0,15	0,0005	0,0005	0,001	0,006	0,0003	0,00013
UQTR 98	0,00025	0,005	0,0005	0,00025	0,0005	0,0005	0,082	0,0005	0,0005	0,001	0,0087	0,0003	0,00013
UQTR 99	0,00025	0,005	0,0005	0,00025	0,0005	0,0005	0,078	0,0005	0,0005	0,001	0,0072	0,0003	0,00013
UQTR 100	0,00025	0,005	0,0005	0,00093	0,0005	0,0005	0,041	0,0005	0,0005	0,001	0,005	0,0003	0,00013
UQTR 101	0,00025	0,005	0,0005	0,00025	0,0005	0,0005	0,085	0,0005	0,0005	0,001	0,043	0,0003	0,00013
UQTR 102	0,00025	0,005	0,0005	0,00062	0,0005	0,0005	0,8	0,0005	0,0005	0,001	0,0058	0,0003	0,00013
UQTR 103	0,00025	0,005	0,0005	0,0013	0,0005	0,0005	1,6	0,0005	0,0005	0,001	0,018	0,0003	0,00013
UQTR 104	0,00025	0,005	0,0005	0,00025	0,0005	0,0005	0,024	0,0005	0,0005	0,001	0,0083	0,0003	0,00013
UQTR 105	0,00025	0,005	0,0005	0,00025	0,0005	0,0005	0,13	0,0005	0,0005	0,001	0,018	0,0003	0,00013
UQTR 106	0,00025	0,005	0,0005	0,0036	0,0005	0,0005	0,13	0,0005	0,0005	0,001	0,002	0,0003	0,00013
UQTR 107	0,00055	0,005	0,0005	0,00025	0,0005	0,0005	0,46	0,0005	0,0005	0,001	0,067	0,0003	0,00013
UQTR 108	0,00025	0,005	0,0005	0,0007	0,0005	0,0005	0,81	0,0005	0,0005	0,001	0,034	0,0003	0,00013
UQTR 109	0,00025	0,005	0,0005	0,00073	0,0005	0,0005	0,33	0,0005	0,0005	0,001	0,0029	0,0003	0,00013
UQTR 110	0,00025	0,005	0,0005	0,0024	0,0005	0,0005	0,59	0,0005	0,0005	0,001	0,014	0,0003	0,00013
UQTR 111	0,00025	0,005	0,0005	0,0026	0,0005	0,0005	28	0,0005	0,0005	0,001	0,029	0,0003	0,00013
UQTR 112	0,00025	0,005	0,0005	0,00057	0,0005	0,0005	0,61	0,0005	0,0005	0,001	0,06	0,0003	0,00013
UQTR 113	0,00025	0,005	0,0005	0,00025	0,0005	0,0005	0,19	0,0005	0,0005	0,001	0,0034	0,0003	0,00013
UQTR 114	0,00025	0,005	0,0005	0,00025	0,0005	0,0005	0,021	0,0005	0,0005	0,001	0,012	0,0003	0,00013

Station	Co (mg/L)	Li (mg/L)	Sb (mg/L)	Mo (mg/L)	Ni (mg/L)	Se (mg/L)	Sr (mg/L)	As (mg/L)	Sn (mg/L)	V (mg/L)	Ba (mg/L)	Be (mg/L)	Bi (mg/L)
UQTR 115	0,00025	0,005	0,0005	0,00025	0,0005	0,0005	0,072	0,0005	0,0005	0,001	0,003	0,0003	0,00013
UQTR 116	0,00025	0,005	0,0005	0,00025	0,0005	0,0005	0,039	0,0005	0,0005	0,001	0,017	0,0003	0,00013
UQTR 117	0,00025	0,005	0,0005	0,00025	0,0005	0,0005	0,078	0,0005	0,0005	0,001	0,059	0,0003	0,00013
UQTR 118	0,00025	0,005	0,0005	0,00025	0,028	0,0005	0,011	0,0005	0,0005	0,001	0,0081	0,0003	0,00013
UQTR 119	0,00025	0,005	0,0005	0,00025	0,0005	0,0005	0,057	0,0005	0,0005	0,001	0,0084	0,0003	0,00013
UQTR 120	0,00025	0,005	0,0005	0,00025	0,0005	0,0005	0,088	0,0005	0,0005	0,001	0,022	0,0003	0,00013
UQTR 121	0,00025	0,005	0,0005	0,00025	0,0005	0,0005	0,078	0,0005	0,0005	0,001	0,049	0,0003	0,00013
UQTR 122	0,00025	0,005	0,0005	0,00025	0,0005	0,0005	0,13	0,0005	0,0005	0,001	0,12	0,0003	0,00013
UQTR 123	0,00025	0,005	0,0005	0,00025	0,0044	0,0005	0,11	0,0005	0,0005	0,001	0,057	0,0003	0,00013
UQTR 124	0,0014	0,005	0,0005	0,00025	0,0005	0,0005	0,041	0,0005	0,0005	0,001	0,021	0,0003	0,00013
UQTR 125	0,00025	0,005	0,0005	0,00084	0,0005	0,0005	0,49	0,0005	0,0005	0,001	0,033	0,0003	0,00013
UQTR 126	0,00025	0,005	0,0005	0,00025	0,0005	0,0005	0,073	0,0005	0,0005	0,001	0,007	0,0003	0,00013
UQTR 127	0,00025	0,005	0,0005	0,00025	0,0005	0,0005	0,78	0,0005	0,0005	0,001	0,13	0,0003	0,00013
UQTR 128	0,029	0,005	0,0005	0,00025	0,022	0,0005	0,064	0,0005	0,0015	0,001	0,068	0,0003	0,00013
UQTR 129	0,0014	0,005	0,0005	0,00025	0,0011	0,0005	0,059	0,0005	0,0005	0,0091	0,038	0,0003	0,00013
UQTR 130	0,00025	0,005	0,0005	0,00025	0,002	0,0005	0,34	0,0005	0,0005	0,001	0,18	0,0003	0,00013
UQTR 131	0,00025	0,005	0,0005	0,00025	0,0005	0,0005	0,039	0,0005	0,0005	0,001	0,0075	0,0003	0,00013
UQTR 132	0,00025	0,005	0,0005	0,00025	0,0005	0,0005	0,095	0,0005	0,0005	0,001	0,011	0,0003	0,00013
UQTR 133	0,0011	0,005	0,0005	0,00025	0,0005	0,0005	0,039	0,0005	0,0005	0,001	0,0076	0,0003	0,00013
UQTR 134	0,00025	0,005	0,0005	0,0017	0,0005	0,0005	0,2	0,0005	0,0005	0,0039	0,089	0,0003	0,00013
UQTR 135	0,00025	0,005	0,0005	0,0016	0,0005	0,0005	0,048	0,0005	0,0005	0,0047	0,028	0,0003	0,00013
UQTR 136	0,00025	0,005	0,0005	0,00025	0,0005	0,0005	0,088	0,0005	0,0005	0,001	0,058	0,0003	0,00013
UQTR 137	0,0044	0,005	0,0005	0,00025	0,0038	0,0005	0,089	0,0005	0,0005	0,001	0,017	0,0003	0,00013
UQTR 138	0,00025	0,005	0,0005	0,00025	0,0005	0,0005	0,027	0,0005	0,0005	0,001	0,068	0,0003	0,00013
UQTR 139	0,00091	0,005	0,0005	0,00025	0,0014	0,0005	0,061	0,0005	0,0005	0,001	0,29	0,0003	0,00013
UQTR 140	0,00025	0,005	0,0005	0,00025	0,0005	0,0005	0,2	0,0005	0,0005	0,001	0,056	0,0003	0,00013
UQTR 141	0,00025	0,005	0,0005	0,00052	0,0005	0,0005	0,025	0,0005	0,0005	0,0022	0,001	0,0003	0,00013
UQTR 142	0,00025	0,005	0,0005	0,00025	0,0005	0,0005	0,03	0,0005	0,0005	0,001	0,0021	0,0003	0,00013

Station	Co (mg/L)	Li (mg/L)	Sb (mg/L)	Mo (mg/L)	Ni (mg/L)	Se (mg/L)	Sr (mg/L)	As (mg/L)	Sn (mg/L)	V (mg/L)	Ba (mg/L)	Be (mg/L)	Bi (mg/L)
UQTR 143	0,00025	0,005	0,0005	0,00025	0,0005	0,0005	0,11	0,0005	0,0005	0,0026	0,0033	0,0003	0,00013
UQTR 144	0,00025	0,005	0,0005	0,00025	0,0005	0,0005	0,059	0,0005	0,0005	0,001	0,0027	0,0003	0,00013
UQTR 145	0,00025	0,005	0,0005	0,00062	0,0005	0,0005	0,71	0,0005	0,0005	0,001	0,3	0,0003	0,00013
UQTR 146	0,00025	0,005	0,0005	0,00025	0,0005	0,0005	0,066	0,0005	0,0005	0,001	0,013	0,0003	0,00013
UQTR 147	0,0065	0,005	0,0005	0,00025	0,0052	0,0005	0,051	0,0005	0,0005	0,001	0,0067	0,0003	0,00013
UQTR 148	0,00025	0,005	0,0005	0,00025	0,0005	0,0005	0,041	0,0005	0,0005	0,001	0,0029	0,0003	0,00013
UQTR 149	0,00025	0,005	0,0005	0,00025	0,001	0,0005	0,029	0,0005	0,0005	0,001	0,023	0,0003	0,00013
UQTR 150	0,00025	0,005	0,0005	0,00025	0,0005	0,0005	0,13	0,0005	0,0005	0,001	0,0099	0,0003	0,00013
UQTR 151	0,00025	0,005	0,0005	0,00025	0,0005	0,0005	0,021	0,0005	0,0005	0,001	0,027	0,0003	0,00013
UQTR 152	0,00025	0,005	0,0005	0,00025	0,0005	0,0005	0,05	0,0005	0,0005	0,001	0,016	0,0003	0,00013
UQTR 153	0,00025	0,005	0,0005	0,00025	0,0005	0,0005	0,073	0,0005	0,0005	0,001	0,072	0,0003	0,00013
UQTR 154	0,00025	0,005	0,0005	0,00025	0,002	0,0005	0,083	0,0005	0,0005	0,001	0,003	0,0003	0,00013
UQTR 155	0,00025	0,005	0,0005	0,0011	0,0005	0,0005	0,037	0,0005	0,0005	0,001	0,011	0,0003	0,00013
UQTR 156	0,00025	0,005	0,0005	0,00025	0,0005	0,0005	0,059	0,0005	0,0005	0,001	0,0064	0,0003	0,00013
UQTR 157	0,00025	0,005	0,0005	0,0026	0,0005	0,0005	0,16	0,0005	0,0005	0,001	0,001	0,0003	0,00013
UQTR 158	0,00025	0,014	0,0005	0,00025	0,0005	0,0005	0,14	0,0005	0,0005	0,001	0,052	0,0003	0,0017
UQTR 159	0,00025	0,005	0,0005	0,00025	0,0016	0,0005	0,067	0,0005	0,0005	0,001	0,0047	0,0003	0,00013
UQTR 160	0,00025	0,005	0,0005	0,00025	0,0005	0,0005	0,076	0,0005	0,0005	0,001	0,041	0,0003	0,00013
UQTR 161	0,00054	0,005	0,0005	0,00025	0,0005	0,0005	0,06	0,0005	0,0005	0,001	0,043	0,0003	0,00013
UQTR 162	0,00025	0,005	0,0005	0,00025	0,0022	0,0005	0,03	0,0005	0,0005	0,001	0,023	0,0003	0,00013
UQTR 163	0,00025	0,005	0,0005	0,0029	0,0005	0,0005	0,24	0,0005	0,0005	0,001	0,092	0,0003	0,00013
UQTR 164	0,00025	0,005	0,0005	0,00025	0,0005	0,0005	0,19	0,0005	0,0005	0,001	0,03	0,0003	0,00013
UQTR 165	0,00025	0,005	0,0005	0,00025	0,0005	0,0005	0,15	0,0005	0,0005	0,001	0,023	0,0003	0,00013
UQTR 166	0,00025	0,005	0,0005	0,00025	0,0005	0,0005	0,028	0,0005	0,0005	0,001	0,0083	0,0003	0,00013
UQTR 167	0,00025	0,005	0,0005	0,00025	0,0005	0,0005	0,001	0,0005	0,0005	0,001	0,001	0,0003	0,00013
UQTR 168	0,00025	0,005	0,0005	0,00051	0,0005	0,0005	0,11	0,0005	0,0005	0,001	0,029	0,0003	0,00013
UQTR 169	0,00025	0,005	0,0005	0,00025	0,0005	0,0005	0,13	0,0005	0,0005	0,001	0,0082	0,0003	0,00013
UQTR 170	0,00025	0,005	0,0005	0,0013	0,0005	0,0005	0,26	0,0005	0,0005	0,001	0,036	0,0003	0,00013

Station	Co (mg/L)	Li (mg/L)	Sb (mg/L)	Mo (mg/L)	Ni (mg/L)	Se (mg/L)	Sr (mg/L)	As (mg/L)	Sn (mg/L)	V (mg/L)	Ba (mg/L)	Be (mg/L)	Bi (mg/L)
UQTR 171	0,00025	0,005	0,0005	0,00025	0,0005	0,0005	0,078	0,0005	0,0005	0,001	0,016	0,0003	0,00013
UQTR 172	0,00025	0,005	0,0005	0,00025	0,0005	0,0005	0,11	0,0005	0,0005	0,001	0,058	0,0003	0,00013
UQTR 173	0,00025	0,005	0,0005	0,00025	0,0005	0,0005	0,075	0,0005	0,0005	0,001	0,054	0,0003	0,00013
UQTR 174	0,00076	0,005	0,0005	0,0011	0,0005	0,0005	0,15	0,0005	0,0005	0,0067	0,064	0,0003	0,00013
UQTR 175	0,001	0,005	0,0005	0,0011	0,0011	0,0005	0,14	0,0005	0,0005	0,0039	0,061	0,0003	0,00013
UQTR 176	0,00025	0,005	0,0005	0,00025	0,0005	0,0005	0,035	0,0005	0,0005	0,001	0,0023	0,0003	0,00013
UQTR 177	0,00025	0,005	0,0005	0,00025	0,0005	0,0005	0,3	0,0005	0,0005	0,001	0,039	0,0003	0,00013
UQTR 178	0,00025	0,005	0,0005	0,00078	0,0005	0,0005	0,079	0,0005	0,0005	0,001	0,0087	0,0003	0,00013
UQTR 179	0,00025	0,005	0,0005	0,00025	0,0005	0,0005	0,084	0,0005	0,0005	0,001	0,0028	0,0003	0,00013
UQTR 180	0,00025	0,005	0,0005	0,00025	0,0005	0,0005	0,06	0,0005	0,0005	0,001	0,012	0,0003	0,00013
UQTR 181	0,00025	0,005	0,0005	0,00025	0,0005	0,0005	0,045	0,0005	0,0005	0,001	0,011	0,0003	0,00013
UQTR 182	0,0021	0,005	0,0005	0,00025	0,0005	0,0005	0,023	0,0005	0,0005	0,0059	0,014	0,0003	0,00013
UQTR 183	0,00058	0,005	0,0005	0,00025	0,0005	0,0005	0,034	0,0005	0,0005	0,0021	0,0057	0,0003	0,00013
UQTR 184	0,00025	0,005	0,0005	0,0074	0,0015	0,0005	0,083	0,0005	0,0005	0,001	0,0081	0,0003	0,00013
UQTR 185	0,0011	0,005	0,0005	0,00025	0,0017	0,0005	0,1	0,0005	0,0005	0,001	0,0086	0,0003	0,00013
UQTR 186	0,00025	0,005	0,0005	0,00025	0,0005	0,0005	0,058	0,0005	0,0005	0,001	0,0067	0,0003	0,00013
UQTR 187	0,00025	0,005	0,0005	0,00089	0,0026	0,0005	0,2	0,0005	0,0005	0,0024	0,0054	0,0003	0,00013
UQTR 188	0,00079	0,005	0,0005	0,00025	0,0015	0,0005	0,081	0,0005	0,0005	0,001	0,0058	0,0003	0,00013
UQTR 189	0,00025	0,005	0,0014	0,00025	0,0005	0,0005	0,02	0,0005	0,0005	0,001	0,017	0,0003	0,00013
UQTR 190	0,00025	0,005	0,0005	0,00025	0,0005	0,0005	0,035	0,0005	0,0005	0,001	0,028	0,0003	0,00013
UQTR 191	0,00025	0,005	0,0005	0,00025	0,0005	0,0005	0,12	0,0005	0,0005	0,001	0,014	0,0003	0,00013
UQTR 192	0,0013	0,005	0,0005	0,00054	0,0034	0,0005	0,18	0,0005	0,0005	0,001	0,039	0,0003	0,00013
UQTR 193	0,00025	0,005	0,0005	0,0016	0,001	0,0005	0,15	0,0005	0,0005	0,001	0,066	0,0003	0,00013
UQTR 194	0,00025	0,012	0,0005	0,0007	0,0005	0,0005	0,25	0,0005	0,0005	0,001	0,31	0,0003	0,00013
UQTR 195	0,00025	0,005	0,0005	0,0035	0,0023	0,0005	0,055	0,0005	0,0005	0,002	0,064	0,0003	0,00013
UQTR 196	0,00025	0,005	0,0005	0,00073	0,0016	0,0005	0,055	0,0005	0,0005	0,0025	0,0093	0,0003	0,00013
UQTR 197	0,00025	0,005	0,0005	0,0022	0,0012	0,0005	0,087	0,0005	0,0005	0,001	0,076	0,0003	0,00013
UQTR 198	0,00025	0,005	0,0005	0,00076	0,0017	0,0005	0,04	0,0005	0,0005	0,001	0,0039	0,0003	0,00013

Station	Co (mg/L)	Li (mg/L)	Sb (mg/L)	Mo (mg/L)	Ni (mg/L)	Se (mg/L)	Sr (mg/L)	As (mg/L)	Sn (mg/L)	V (mg/L)	Ba (mg/L)	Be (mg/L)	Bi (mg/L)
UQTR 199	0,00025	0,005	0,0005	0,00092	0,0005	0,0005	0,037	0,0005	0,0005	0,001	0,021	0,0003	0,00013
UQTR 200	0,00025	0,005	0,0005	0,0012	0,0014	0,0005	0,074	0,0005	0,0005	0,001	0,0049	0,0003	0,00013
UQTR 201	0,00025	0,005	0,0005	0,0023	0,0005	0,0005	2	0,0005	0,0005	0,001	0,066	0,0003	0,00013
UQTR 202	0,00025	0,005	0,0005	0,00025	0,0005	0,0005	0,052	0,0005	0,0005	0,001	0,034	0,0003	0,00013
UQTR 204	0,00025	0,005	0,0005	0,00025	0,0005	0,0005	0,035	0,0005	0,0005	0,001	0,0053	0,0003	0,00013
UQTR 205	0,00025	0,005	0,0005	0,00025	0,0005	0,0005	0,078	0,0005	0,0005	0,001	0,0097	0,0003	0,00013
UQTR 206	0,00025	0,005	0,0005	0,00025	0,0005	0,0005	0,095	0,0005	0,0005	0,001	0,011	0,0003	0,00013
UQTR 207	0,00025	0,005	0,0005	0,00025	0,0005	0,0005	0,13	0,0005	0,0005	0,001	0,011	0,0003	0,00013
UQTR 208	0,00025	0,005	0,0005	0,00053	0,0005	0,0005	0,039	0,0005	0,0005	0,001	0,0078	0,0003	0,00013
UQTR 209	0,00025	0,005	0,0005	0,00025	0,0005	0,0005	0,075	0,0005	0,0005	0,001	0,0042	0,0003	0,00013
UQTR 210	0,00025	0,005	0,0005	0,00025	0,0005	0,0005	0,023	0,0005	0,0005	0,001	0,0034	0,0003	0,00013
UQTR 211	0,0015	0,021	0,0005	0,00025	0,0032	0,0005	5,9	0,0011	0,0005	0,0032	0,97	0,0003	0,00013
UQTR 212	0,00071	0,005	0,0005	0,00094	0,0005	0,0005	0,05	0,0005	0,0005	0,001	0,0066	0,0003	0,00013
UQTR 213	0,00025	0,005	0,0005	0,023	0,0005	0,0005	0,043	0,0005	0,0005	0,001	0,0084	0,0003	0,00013
UQTR 214	0,00025	0,005	0,0005	0,0012	0,0005	0,0005	0,068	0,0005	0,0005	0,0021	0,0097	0,0003	0,00013
UQTR 215	0,00025	0,005	0,0005	0,0023	0,0005	0,0005	0,68	0,0005	0,0005	0,001	0,011	0,0003	0,00013
UQTR 216	0,00056	0,049	0,0005	0,0019	0,0005	0,0005	5,9	0,0005	0,0005	0,001	2,1	0,0003	0,00013
UQTR 217	0,0013	0,36	0,0005	0,00025	0,0021	0,0005	41	0,0005	0,0005	0,001	12	0,0003	0,00013
UQTR 218	0,0017	0,055	0,0005	0,0048	0,0041	0,0005	13	0,0005	0,0005	0,001	2	0,0003	0,00013
UQTR 219 - 1	0,00052	0,005	0,0005	0,00025	0,0005	0,0005	0,039	0,0005	0,0005	0,001	0,018	0,0003	0,00013
UQTR 219 - 2	0,00065	0,005	0,0005	0,00025	0,0005	0,0005	0,033	0,0005	0,0005	0,001	0,012	0,0003	0,00013
UQTR 220	0,00025	0,005	0,0005	0,00025	0,0005	0,0005	0,48	0,0005	0,0005	0,001	0,068	0,0003	0,00013
UQTR 221	0,00025	0,005	0,0005	0,00025	0,0005	0,0005	0,052	0,0005	0,0005	0,001	0,0031	0,0003	0,00013
UQTR 222	0,00025	0,005	0,0005	0,00025	0,0005	0,0005	0,051	0,0005	0,0005	0,001	0,007	0,0003	0,00013
UQTR 223	0,0008	0,005	0,0005	0,0042	0,0052	0,0005	0,11	0,0005	0,0005	0,0051	0,053	0,0003	0,00013
UQTR 224	0,0072	0,005	0,0005	0,00025	0,0032	0,0005	0,046	0,0005	0,0005	0,001	0,014	0,0003	0,00013
UQTR 225	0,00068	0,044	0,0005	0,00073	0,0005	0,0005	5,1	0,0005	0,0005	0,001	3,3	0,0003	0,00013
UQTR 226	0,005	0,005	0,0005	0,00025	0,0063	0,0005	0,36	0,0005	0,0005	0,001	0,11	0,0003	0,00013

Station	Co (mg/L)	Li (mg/L)	Sb (mg/L)	Mo (mg/L)	Ni (mg/L)	Se (mg/L)	Sr (mg/L)	As (mg/L)	Sn (mg/L)	V (mg/L)	Ba (mg/L)	Be (mg/L)	Bi (mg/L)
UQTR 227 - 1	0,00061	0,005	0,0005	0,0019	0,0005	0,0005	0,053	0,0005	0,0005	0,0031	0,021	0,0003	0,00013
UQTR 227 - 2	0,00062	0,005	0,0005	0,00025	0,0005	0,0005	0,047	0,0005	0,0005	0,0034	0,019	0,0003	0,00013
UQTR 227 - 3	0,00057	0,005	0,0005	0,00077	0,0005	0,0005	0,048	0,0005	0,0005	0,0036	0,02	0,0003	0,00013
UQTR 227 - 4	0,00058	0,005	0,0005	0,00025	0,0005	0,0005	0,047	0,0005	0,0005	0,0039	0,018	0,0003	0,00013
UQTR 227 - 5	0,00056	0,005	0,0005	0,00025	0,0005	0,0005	0,048	0,0005	0,0005	0,004	0,019	0,0003	0,00013
UQTR 228 - 1	0,0011	0,005	0,0005	0,00025	0,0017	0,0005	0,5	0,0005	0,0005	0,001	0,13	0,0003	0,00013
UQTR 228 - 2	0,0012	0,005	0,0005	0,00025	0,0015	0,0005	0,51	0,0005	0,0005	0,001	0,13	0,0003	0,00013
UQTR 228 - 3	0,0013	0,005	0,0005	0,00025	0,0017	0,0005	0,52	0,0005	0,0005	0,0021	0,13	0,0003	0,00013
UQTR 228 - 4	0,0012	0,005	0,0005	0,00025	0,0017	0,0005	0,51	0,0005	0,0005	0,0026	0,12	0,0003	0,00013
UQTR 228 - 5	0,0012	0,005	0,0005	0,00025	0,0015	0,0005	0,5	0,0005	0,0005	0,003	0,12	0,0003	0,00013
UQTR 229	0,00025	0,005	0,0005	0,00025	0,0018	0,0005	0,11	0,0005	0,0005	0,001	0,014	0,0003	0,00013
UQTR 301	0,002	0,005	0,0005	0,00025	0,0018	0,0005	0,042	0,0005	0,0005	0,001	0,015	0,0003	0,00013
UQTR 302	0,0018	0,005	0,0005	0,00025	0,0018	0,0005	0,038	0,0005	0,0005	0,001	0,013	0,0003	0,00013
UQTR 303	0,0017	0,005	0,0005	0,00025	0,002	0,0005	0,035	0,0005	0,0005	0,001	0,012	0,0003	0,00013
UQTR 304	0,0037	0,005	0,0005	0,00025	0,0013	0,0005	0,046	0,0005	0,0005	0,001	0,012	0,0003	0,00013
UQTR 305	0,0044	0,005	0,0005	0,00025	0,0013	0,0005	0,048	0,0005	0,0005	0,001	0,013	0,0003	0,00013
UQTR 306	0,0077	0,005	0,0005	0,00025	0,0023	0,0005	0,048	0,0005	0,0005	0,001	0,018	0,0003	0,00013
UQTR 307	0,0079	0,005	0,0005	0,00025	0,0023	0,0005	0,043	0,0005	0,0005	0,001	0,019	0,0003	0,00013

Tableau B.9
 Base de données géochimiques – Paramètres géochimiques
 (métaux, nutriments et turbidité)

Station	B (mg/L)	Sr (mg/L)	Si (mg/L)	Al (mg/L)	Na (mg/L)	K (mg/L)	Mn (mg/L)	Mg (mg/L)	Ca (mg/L)	N-NH ₃ (mg/L)	Phosphore inorganique (mg/L)	Turbidité (UTN)
UQTR 1	0,014	0,24	5,8	0,0064	150	2,7	0,0015	5,9	28	0,05	0,015	0,2
UQTR 2	0,009	0,28	6,6	0,0005	130	2,7	0,02	6,4	28	0,05	1,5	0,7
UQTR 3	0,019	0,059	6,3	0,031	5	2,9	0,27	3,2	11	0,05	0,015	1,0
UQTR 4	0,015	0,27	3,7	0,0054	64	2,2	0,0021	4,7	45	0,04	0,015	1,0
UQTR 5	0,003	0,025	5,9	0,0005	1,5	0,52	0,013	1,1	3,5	0,05	0,015	0,2
UQTR 6	0,003	0,056	10	0,0005	7	1,3	0,042	3,5	8,8	0,04	0,015	0,2
UQTR 7	0,003	0,033	10	0,0011	2,7	1,4	0,24	2,7	5,7	0,06	0,015	1,8
UQTR 8	0,003	0,052	10	0,003	3,9	1,5	0,032	3,3	7,7	0,04	0,015	1,6
UQTR 10	0,003	0,052	4,5	0,01	18	1,2	0,01	1,4	9,1	0,05	0,015	0,5
UQTR 11	0,003	0,14	5,4	0,0005	4,3	1,2	0,078	3,1	15	0,04	0,015	0,8
UQTR 12	0,003	0,16	5,6	0,0005	15	1,5	0,001	4,4	18	0,04	0,015	0,2
UQTR 13	0,003	0,15	7	0,0005	68	1,4	0,00094	4,2	16	0,04	0,015	0,5
UQTR 14	0,003	0,16	8,5	0,0037	93	1,7	0,022	4	17	0,06	0,015	0,7
UQTR 15	0,006	0,1	5,9	0,0005	29	1,2	0,00061	3,5	16	0,09	0,015	1,7
UQTR 16	0,008	0,18	6,1	0,0073	81	1,5	0,0087	5,4	23	0,12	0,015	0,1
UQTR 17	0,005	0,14	6,3	0,0005	23	1,4	0,015	5,1	18	0,09	0,015	0,1
UQTR 18	0,008	0,23	7,4	0,0005	130	2,2	0,00067	5,2	25	0,05	0,015	1,4
UQTR 19	0,012	0,2	7,1	0,0005	66	2,3	0,0002	6	24	0,05	0,015	0,6
UQTR 20	0,009	0,66	9,3	0,0011	150	6,1	0,22	36	95	0,06	0,015	17,6
UQTR 21	0,009	0,11	6,9	0,0019	23	1,1	0,0005	3,2	12	0,05	0,015	1,8
UQTR 22	0,025	0,2	9,1	0,0017	13	1,8	0,017	8,3	26	0,05	0,015	5,8
UQTR 23	0,003	0,22	3,7	0,023	56	1,9	0,54	1,5	17	1	0,015	0,9
UQTR 24	0,003	0,028	4	0,006	0,75	1,1	0,0052	0,51	4	0,05	0,015	0,9
UQTR 25	0,003	0,15	8	0,0015	15	1,7	0,0094	9,5	24	0,05	0,015	1,3
UQTR 26	0,003	0,035	7,3	0,07	2	0,12	0,0025	0,34	2,3	0,05	0,015	0,3
UQTR 27	0,013	0,037	2,7	0,058	3,3	1,9	0,0029	0,92	10	0,05	0,015	0,3
UQTR 28	0,01	0,45	10	0,0047	64	3,2	0,21	11	44	0,05	0,015	1,8
UQTR 29	0,003	0,099	6,6	0,0032	31	1	0,00082	3	13	0,05	0,015	0,3
UQTR 30	0,003	0,22	8,7	0,0055	140	2,2	0,098	4,9	19	0,05	0,015	2,7
UQTR 31	0,003	0,15	4,1	0,0088	8,4	1,4	0,013	4,7	20	0,06	0,015	0,0
UQTR 32	0,36	1,7	4,5	0,0085	440	6,5	0,57	16	23	1,7	0,015	2,4
UQTR 33	0,005	0,04	7,1	0,0021	2,4	1,2	0,0028	2,6	6,6	0,06	0,015	7,9
UQTR 34	0,003	0,017	3,3	0,1	1,5	1,2	0,014	0,41	4,4	0,01	0,015	0,6
UQTR 35	0,003	0,026	4,8	0,0055	1,2	0,46	0,00074	0,66	3,8	0,01	0,015	0,0
UQTR 36	0,01	0,14	3,8	0,024	30	2	0,035	1,6	31	0,01	0,015	0,0
UQTR 37	0,003	0,22	9,4	0,011	4,4	0,97	0,055	3,4	56	0,01	0,015	0,1
UQTR 38	0,011	0,27	5,5	0,0052	11	1,8	0,017	6,9	22	0,01	0,015	0,3
UQTR 39	0,005	0,17	7,9	0,015	6,7	1,8	0,065	4,7	21	0,01	0,015	3,1
UQTR 40	0,27	0,44	4,3	0,004	110	4,4	0,0012	2,1	7,5	0,32	0,28	1,5
UQTR 41	0,003	0,11	7,5	0,0017	7	1,6	0,004	5,8	28	0,01	0,015	0,4
UQTR 42	0,012	0,035	5	0,31	5,5	1,5	0,09	0,7	4,4	0,01	0,015	0,0
UQTR 43	0,013	0,055	15	0,0064	18	2	0,24	4,9	12	0,21	0,07	3,5

Station	B (mg/L)	Sr (mg/L)	Si (mg/L)	Al (mg/L)	Na (mg/L)	K (mg/L)	Mn (mg/L)	Mg (mg/L)	Ca (mg/L)	N-NH ₃ (mg/L)	Phosphore inorganique (mg/L)	Turbidité (UTN)
UQTR 44	0,03	0,045	3,2	0,015	5,3	3,3	0,0043	0,93	6,6	0,01	0,015	0,4
UQTR 45	0,003	0,047	7,7	0,0039	2,8	1,1	0,0002	5,1	11	0,01	0,015	0,0
UQTR 46	0,003	0,028	8,5	0,0062	2,6	1,1	0,0022	2,4	6,1	0,01	0,015	0,4
UQTR 47	0,003	0,025	6,5	0,0041	1,5	0,69	0,00049	1,2	3,7	0,01	0,015	0,2
UQTR 48	0,003	0,056	5	0,026	11	1,3	0,0026	1,1	4,8	0,01	0,015	0,2
UQTR 49	0,03	2,2	6,2	0,0046	15	1	0,071	2,6	57	0,01	0,015	0,5
UQTR 50	0,052	0,094	5,1	0,0017	47	1,5	0,0055	0,52	3,1	0,11	0,015	0,6
UQTR 51	0,006	0,18	5,2	0,0011	4,4	0,84	0,0004	2,1	14	0,1	0,015	0,2
UQTR 52	0,006	0,39	4,6	0,0013	1,9	0,85	0,0002	3,1	24	0,11	0,015	0,4
UQTR 53	0,17	0,081	5,3	0,0047	67	2,4	0,0066	0,43	2,9	0,17	0,015	0,8
UQTR 54	0,014	0,084	5,7	0,0005	12	2,1	0,092	2,5	14	0,07	0,015	0,4
UQTR 55	0,031	0,53	10	0,0014	26	2,8	0,24	4,1	24	0,18	0,015	0,8
UQTR 56	0,003	0,077	2,2	0,018	73	2	0,0037	0,62	16	0,08	0,015	0,4
UQTR 57	0,016	0,07	4,5	0,0063	8,7	2,2	0,0069	1,1	10	0,09	0,015	0,0
UQTR 58	0,003	0,15	3,9	0,0005	1,8	0,54	0,18	7,1	19	0,1	0,015	0,9
UQTR 59	0,003	0,038	2,2	0,025	13	1,6	0,023	0,51	9,5	0,09	0,015	1,1
UQTR 60	0,003	0,23	5,3	0,0005	7,3	1,1	0,0002	2,2	13	0,04	0,015	0,2
UQTR 61	0,003	0,071	3	0,002	1	0,75	0,0002	3,3	27	0,07	0,015	1,3
UQTR 62	0,054	0,17	11	0,0005	31	3,6	0,82	11	29	0,31	0,21	23,0
UQTR 63	0,003	0,041	5,5	0,0051	3,3	0,74	0,00056	1,9	7,7	0,05	0,015	0,2
UQTR 64	0,003	0,015	3,6	0,0091	2,2	0,57	0,0013	0,38	1,6	0,05	0,015	0,3
UQTR 65	0,003	0,034	7,3	0,0034	5,8	0,73	0,0002	1,7	4,8	0,04	0,015	0,4
UQTR 66	0,003	0,031	6,5	0,001	3	1,3	0,0002	3,5	10	0,05	0,015	0,3
UQTR 67	0,003	0,026	4,9	0,0005	1,7	0,48	0,0002	1,3	4,3	0,05	0,015	0,2
UQTR 68	0,003	0,048	3,1	0,0072	1,3	0,4	0,001	1,1	6,9	0,06	0,015	0,2
UQTR 69	0,005	0,065	4,7	0,0019	12	1,7	0,063	3	11	0,05	0,015	25,1
UQTR 70	0,013	0,29	6,2	0,0005	9,6	2	0,0065	10	30	0,04	0,015	93,0
UQTR 71	0,029	0,11	3,5	0,0031	50	1,3	0,0076	1,3	4,5	0,08	0,015	1,0
UQTR 72	0,009	0,74	4,1	0,0023	8,6	0,54	0,091	3,4	21	0,01	0,015	1,0
UQTR 73	0,003	0,071	8,6	0,0005	90	1,7	0,016	3,8	8,8	0,01	0,015	5,3
UQTR 74	0,044	0,22	5,7	0,0085	17	8,7	1,3	2,8	35	0,26	0,015	1,5
UQTR 75	0,21	0,48	5,6	0,0021	74	1,7	0,0024	3,4	4,8	0,65	0,015	1,5
UQTR 76	0,019	0,072	3	0,017	33	4,9	0,0043	1,7	10	0,03	0,015	1,1
UQTR 77	0,007	0,031	2,8	0,0042	5,3	3,4	0,0041	0,55	5,5	0,03	0,015	0,3
UQTR 78	0,012	0,044	1,8	0,0059	9,2	3,1	0,0029	0,97	9,2	0,03	0,015	0,4
UQTR 79	0,019	0,86	5,3	0,0014	7,7	1,7	0,25	12	42	0,04	0,015	0,6
UQTR 80	0,003	0,035	2,3	0,015	9,3	1,2	0,005	1,7	6,3	0,03	0,015	0,5
UQTR 81	0,37	0,039	6,7	0,061	120	4,8	0,068	1,4	2,9	0,58	4,3	1,2
UQTR 82	0,003	0,1	5,4	0,008	1,5	0,34	0,016	1,4	4	0,01	0,015	0,8
UQTR 83	0,006	0,028	5,9	0,0011	5,4	1	0,0014	2,2	4,3	0,05	0,015	0,9
UQTR 84	0	0,024	4,6	0,024	3,3	0,51	0,0061	1,3	4,1	0,03	0,015	0,4
UQTR 85	0,007	0,15	4	0,009	4,6	0,86	0,0002	5,9	20	0,03	0,015	0,8
UQTR 86	0,009	0,72	3,7	0,0016	3,7	0,48	0,0055	6,5	27	0,01	0,015	0,4
UQTR 87	0,031	0,058	9,1	0,0019	14	2,1	0,24	2,4	16	0,29	0,12	14,1
UQTR 88	0,12	0,078	4,5	0,0031	50	1,4	0,008	0,74	3,4	0,09	0,15	3,8
UQTR 89	0	0,12	4,3	0,0013	2,8	0,77	0,00047	4,1	35	0,04	0,015	0,6

Station	B (mg/L)	Sr (mg/L)	Si (mg/L)	Al (mg/L)	Na (mg/L)	K (mg/L)	Mn (mg/L)	Mg (mg/L)	Ca (mg/L)	N-NH ₃ (mg/L)	Phosphore inorganique (mg/L)	Turbidité (UTN)
UQTR 90	0,011	1	6	0,02	13	1,9	0,22	12	37	0,01	0,015	0,2
UQTR 91	0,014	1,4	4	0,0026	7,5	1,2	0,0038	4,5	25	0,01	0,015	1,8
UQTR 92	0,038	0,82	5,8	0,0038	37	3,5	0,063	5,3	27	0,17	0,03	1,7
UQTR 93	0,1	1,4	5,3	0,0005	17	1,6	0,022	13	37	0,03	0,015	1,1
UQTR 94	0,056	1,7	6,6	0,011	13	4,2	0,0085	10	19	0,45	0,015	0,4
UQTR 95	0,003	0,23	4,5	0,027	1,7	0,9	0,0014	4,2	22	0,01	0,015	1,3
UQTR 96	0,003	0,037	4,7	0,0086	1,8	0,36	0,0041	0,82	4,5	0,01	0,015	0,4
UQTR 97	0,005	0,15	4,8	0,0005	1,4	0,71	0,0002	2,5	24	0,01	0,015	0,5
UQTR 98	0,003	0,082	9,2	0,029	8,4	0,76	0,004	2,9	9,9	0,01	0,015	0,7
UQTR 99	0,003	0,078	8,5	0,011	2,4	0,72	0,0012	1,2	16	0,01	0,015	0,4
UQTR 100	0,003	0,041	3,1	0,0033	1,8	0,44	0,0022	1	4	0,01	0,015	2,3
UQTR 101	0,005	0,085	3,4	0,013	3,4	1,3	0,0052	0,59	8,5	0,01	0,015	0,4
UQTR 102	0,008	0,8	4,8	0,0047	3	0,66	0,0081	3,7	31	0,01	0,015	0,7
UQTR 103	0,015	1,6	4,6	0,0074	8,9	0,73	0,0019	6,9	27	0,01	0,015	0,2
UQTR 104	0,003	0,024	4,9	0,0084	0,97	0,63	0,014	0,56	2,8	0,01	0,015	1,4
UQTR 105	0,003	0,13	5,9	0,0073	1,4	0,66	0,094	1,5	12	0,01	0,015	12,3
UQTR 106	0,02	0,13	0,18	0,0046	40	0,6	0,012	2	3,8	0,01	0,015	37,0
UQTR 107	0,011	0,46	6,6	0,012	6,7	0,92	0,19	8,5	37	0,02	0,015	1,3
UQTR 108	0,008	0,81	5,6	0,0056	5	1,1	0,0051	10	83	0,01	0,015	0,3
UQTR 109	0,003	0,33	4,8	0,0074	1,9	0,65	0,00064	5,1	37	0,01	0,015	0,4
UQTR 110	0,014	0,59	5,2	0,0038	6,3	0,87	0,0002	3,2	20	0,01	0,015	0,4
UQTR 111	0,005	28	7,2	0,0019	6	1,5	0,027	6,5	120	0,01	0,015	1,5
UQTR 112	0,006	0,61	5,2	0,0019	15	1,9	0,0018	2,1	16	0,01	0,015	1,4
UQTR 113	0,003	0,19	5,7	0,0022	2,3	0,5	0,0025	2,5	9	0,01	0,015	0,8
UQTR 114	0,003	0,021	4	0,04	0,95	0,31	0,016	0,41	2,3	0,01	0,015	1,4
UQTR 115	0,003	0,072	6,8	0,0005	3,6	0,61	0,004	2	6	0,01	0,015	0,7
UQTR 116	0,003	0,039	5,4	0,0058	5	0,84	0,0059	0,78	6,2	0,01	0,015	0,2
UQTR 117	0,003	0,078	3,5	0,016	80	2,1	0,013	1,5	15	0,01	0,015	7,3
UQTR 118	0,003	0,011	0,96	0,06	1,4	0,25	0,011	0,31	1,6	0,01	0,015	0,4
UQTR 119	0,003	0,057	6,2	0,0005	7	1,2	0,00069	2,1	6,8	0,01	0,015	1,1
UQTR 120	0,003	0,088	5,8	0,016	11	1,7	0,0002	3,3	10	0,01	0,015	0,1
UQTR 121	0,005	0,078	4,9	0,0022	24	2,1	0,0071	1,9	10	0,01	0,015	2,3
UQTR 122	0,003	0,13	5,1	0,0078	16	2,2	0,0053	2,2	17	0,01	0,015	1,3
UQTR 123	0,003	0,11	8	0,021	8,7	1,6	0,0027	3,7	12	0,01	0,015	0,6
UQTR 124	0,003	0,041	4,4	0,042	14	0,82	0,25	1,1	6	0,01	0,015	0,3
UQTR 125	0,003	0,49	9	0,0012	4,7	1,7	0,00074	5,2	21	0,01	0,015	0,9
UQTR 126	0,003	0,073	6,4	0,0005	4	0,75	0,0046	2,9	27	0,01	0,015	0
UQTR 127	0,11	0,78	11	0,0024	56	7	0,69	16	39	0,44	0,16	32,1
UQTR 128	0,005	0,064	5,9	0,028	12	2,4	0,67	1,7	7,9	0,3	0,015	9,2
UQTR 129	0,003	0,059	8,8	0,064	3,2	1,2	0,19	1,5	6	0,1	0,015	21
UQTR 130	0,012	0,34	7,5	0,13	34	2,6	0,11	2	33	0,01	0,015	0,43
UQTR 131	0,003	0,039	4,6	0,0026	6,9	0,82	0,017	1,3	4,9	0,03	0,015	2,3
UQTR 132	0,003	0,095	6,8	0,012	9,1	0,05	0,014	1,7	8,6	0,01	0,015	6
UQTR 133	0,003	0,039	7,7	0,0097	3,5	0,89	0,11	1,8	6,9	0,05	0,015	5
UQTR 134	1,6	0,2	12	0,0032	540	19	0,006	10	2,8	1,8	2,1	1,2
UQTR 135	0,58	0,048	8,5	0,046	160	7,1	0,0045	1,4	1,7	0,77	3,8	0,4

Station	B (mg/L)	Sr (mg/L)	Si (mg/L)	Al (mg/L)	Na (mg/L)	K (mg/L)	Mn (mg/L)	Mg (mg/L)	Ca (mg/L)	N-NH ₃ (mg/L)	Phosphore Inorganique (mg/L)	Turbidité (UTN)
UQTR 136	0,016	0,088	7,4	0,02	22	3	0,61	3,5	14	1,3	0,015	22
UQTR 137	0,016	0,089	8,5	0,028	2,1	5	1,2	2,4	11	0,23	0,015	16,7
UQTR 138	0,012	0,027	2,6	0,026	35	2,1	0,012	0,5	4,9	0,01	0,015	6,5
UQTR 139	0,01	0,061	5,1	0,52	5,5	6,8	0,056	4,7	11	0,01	0,015	0,2
UQTR 140	0,008	0,2	9,4	0,0023	12	2	0,0023	10	27	0,01	0,015	0,3
UQTR 141	0,008	0,025	8,7	0,0014	5,2	1	0,00051	2,1	4,6	0,01	0,015	1,2
UQTR 142	0,003	0,03	6,2	0,0021	2,6	0,6	0,00044	1,2	5	0,01	0,015	0,25
UQTR 143	0,003	0,11	10	0,0036	5,9	1	0,0017	3,4	12	0,01	0,015	0,1
UQTR 144	0,005	0,059	6,5	0,0011	2,6	1,5	0,0002	2,8	9,2	0,01	0,015	0,12
UQTR 145	0,042	0,71	7,1	0,0028	49	1,3	0,52	4,2	24	0,04	0,015	0,7
UQTR 146	0,006	0,066	5,9	0,0048	5,1	0,93	0,00047	1,8	12	0,01	0,015	0,87
UQTR 147	0,006	0,051	8,2	0,063	7,2	0,95	0,37	1,2	4,9	0,07	0,015	13,3
UQTR 148	0,003	0,041	9,3	0,0022	2,4	0,43	0,0082	1,4	4,7	0,05	0,015	0,33
UQTR 149	0,01	0,029	5,2	0,073	1,6	0,64	0,021	0,54	3,8	0,05	0,015	0,17
UQTR 150	0,014	0,13	14	0,0055	9,4	1,4	0,00098	4,9	14	0,05	0,015	0,13
UQTR 151	0,003	0,021	3,5	0,0078	1,2	0,79	0,001	0,33	2,8	0,05	0,015	0,45
UQTR 152	0,003	0,05	4,8	0,096	2,2	0,92	0,0072	0,4	4	0,05	0,015	0,23
UQTR 153	0,003	0,073	5,2	0,034	1,5	0,57	0,031	0,93	6,9	0,06	0,015	1,4
UQTR 154	0,003	0,083	9,6	0,022	2,6	0,73	0,0085	1,5	7,5	0,06	0,015	1,57
UQTR 155	0,003	0,037	7,3	0,0013	5,2	1,3	0,11	5,7	10	0,05	0,015	2,7
UQTR 156	0,003	0,059	8,4	0,0089	2,6	0,54	0,0021	1,2	10	0,05	0,015	0,27
UQTR 157	0,13	0,16	7,2	0,0082	52	4,5	0,011	2,2	6,5	0,4	0,8	0,47
UQTR 158	0,016	0,14	5,1	0,0005	70	0,88	0,054	2,5	3,2	0,01	0,015	8,7
UQTR 159	0,006	0,067	7,2	0,0005	18	1,3	0,0048	2,4	9,1	0,01	0,015	15,4
UQTR 160	0,008	0,076	6,8	0,0005	18	1,3	0,1	3	10	0,01	0,015	0,37
UQTR 161	0,003	0,06	5,1	0,02	23	0,97	0,055	2,1	8,3	0,01	0,015	1,2
UQTR 162	0,02	0,03	2,9	0,059	0,75	0,51	0,024	0,38	5,6	0,01	0,015	1,7
UQTR 163	0,029	0,24	6,6	0,0038	19	2,1	0,027	2,8	13	0,03	0,015	0,7
UQTR 164	0,026	0,19	13	0,0023	17	3,5	0,0086	13	27	0,01	0,015	0,6
UQTR 165	0,012	0,15	11	0,0005	6,8	2,1	0,0011	8,2	19	0,01	0,015	1,3
UQTR 166	0,008	0,028	5	0,018	1,3	0,25	0,0022	0,37	2,9	0,01	0,015	1,8
UQTR 167	0,003	0,001	7	0,012	29	0,05	0,00045	0,05	0,64	0,04	0,015	1,05
UQTR 168	0,04	0,11	4,6	0,0049	51	2,9	0,0084	0,92	3,9	0,09	0,06	1,05
UQTR 169	0,003	0,13	10	0,0033	7,6	1,3	0,0045	4,9	14	0,03	0,015	0,6
UQTR 170	0,095	0,26	6,6	0,005	71	4,4	0,068	2,7	10	0,1	0,04	1,25
UQTR 171	0,003	0,078	7	0,036	3,7	1,1	0,065	2,1	11	0,05	0,015	1,3
UQTR 172	0,006	0,11	4,9	0,01	27	1,4	0,0021	1,9	8,4	0,04	0,015	0,25
UQTR 173	0,003	0,075	5,4	0,013	15	1	0,0024	1,9	7,4	0,11	0,015	0,75
UQTR 174	0,017	0,15	3,8	0,064	42	10	0,012	4,7	22	0,04	0,015	0,45
UQTR 175	0,024	0,14	4,1	0,07	42	14	0,0089	4,1	20	0,03	0,015	1,4
UQTR 176	0,012	0,035	7,5	0,0031	4,3	0,56	0,0014	1,9	5,2	0,01	0,015	1,1
UQTR 177	0,003	0,3	8,4	0,0029	11	1,3	0,0057	3,9	16	0,03	0,015	1,1
UQTR 178	0,013	0,079	7,6	0,0005	6,5	1,9	0,24	6,5	17	0,1	0,14	1,1
UQTR 179	0,003	0,084	9,5	0,0005	4,6	0,99	0,0021	6,8	15	0,01	0,015	1,65
UQTR 180	0,006	0,06	5,8	0,0054	2,6	1	0,0014	1,4	10	0,01	0,015	1,45
UQTR 181	0,006	0,045	7,5	0,0095	2,2	1	0,0051	0,45	4,2	0,01	0,015	69

Station	B (mg/L)	Sr (mg/L)	Si (mg/L)	Al (mg/L)	Na (mg/L)	K (mg/L)	Mn (mg/L)	Mg (mg/L)	Ca (mg/L)	N-NH ₃ (mg/L)	Phosphore inorganique (mg/L)	Turbidité (UTN)
UQTR 182	0,003	0,023	6,5	0,24	2	0,39	0,05	0,44	3,4	0,09	0,015	43
UQTR 183	0,003	0,034	8,1	0,032	2,2	0,94	0,015	1,3	5,3	0,01	0,015	653
UQTR 184	0,003	0,083	6,8	0,016	2,8	1,7	0,093	2,4	18	0,02	0,05	1277
UQTR 185	0,003	0,1	6,7	0,048	27	3	0,061	2,9	14	0,01	0,015	628,5
UQTR 186	0,003	0,058	6,5	0,0005	3,6	0,82	0,014	2	14	0,01	0,015	633
UQTR 187	0,011	0,2	9,5	0,012	9,9	2,4	0,0096	7,3	22	0,01	0,015	21
UQTR 188	0,003	0,081	8,8	0,014	7,2	1,2	0,021	3,4	15	0,03	0,015	-
UQTR 189	0,003	0,02	3,5	0,0069	0,98	0,05	0,0057	0,12	2,2	0,01	0,015	1277
UQTR 190	0,006	0,035	3,2	0,035	1,2	0,38	0,69	0,24	2,7	0,57	0,015	628,5
UQTR 191	0,006	0,12	3,7	0,0039	6,7	0,83	0,0028	2,3	11	0,01	0,015	21
UQTR 192	0,008	0,18	10	0,0072	7,9	2	0,055	3,6	20	0,01	0,015	1788
UQTR 193	0,014	0,15	16	0,0099	10	2,2	0,39	6,1	38	0,89	0,33	1244
UQTR 194	0,008	0,25	17	0,037	45	4,5	1,1	11	37	0,12	0,03	240
UQTR 195	0,005	0,055	18	0,067	15	2,3	0,41	4,3	12	0,07	0,015	848
UQTR 196	0,003	0,055	14	0,058	2,4	0,91	0,16	2,1	11	0,09	0,06	864,5
UQTR 197	0,003	0,087	13	0,026	9,7	2,7	0,38	8,8	21	0,01	0,015	788,5
UQTR 198	0,005	0,04	5,8	0,008	1,8	0,91	0,046	0,55	3,5	0,01	0,015	887
UQTR 199	0,003	0,037	17	0,025	2,3	0,5	0,21	1,9	6,9	0,01	0,015	436
UQTR 200	0,011	0,074	7,2	0,0048	6,1	1,3	0,093	4,3	20	0,01	0,04	1,55
UQTR 201	0,024	2	5,5	0,0048	11	0,57	0,054	10	29	0,01	0,015	1,65
UQTR 202	0,01	0,052	3,4	0,0093	10	2	0,0028	1,1	7,5	0,01	0,015	0,85
UQTR 204	0,007	0,035	7,2	0,0013	1,4	0,64	0,0002	1,6	5	0,01	0,015	1,40
UQTR 205	0,006	0,078	6,5	0,0012	3,3	1,4	0,0021	4,2	13	0,04	0,015	0,60
UQTR 206	0,006	0,095	7,5	0,0011	4,2	1,5	0,0002	5,1	16	0,01	0,015	3,07
UQTR 207	0,003	0,13	9,1	0,0031	4,9	1,8	0,0013	6,8	24	0,03	0,03	0,80
UQTR 208	0,003	0,039	4,9	0,0005	1,9	1,2	0,071	1,9	9,9	0,28	0,33	1,33
UQTR 209	0,003	0,075	6,6	0,0033	3	1,4	0,0002	4,1	12	0,01	0,015	1,30
UQTR 210	0,003	0,023	6,2	0,0005	1,4	0,59	0,0002	0,9	2,9	0,01	0,015	1,57
UQTR 211	1,5	5,9	14	1,7	6	160	0,23	790	210	21	0,9	-
UQTR 212	0,011	0,05	5,5	0,0034	4,4	1,2	0,054	1	4,5	0,07	0,015	-
UQTR 213	0,24	0,043	11	0,17	91	6,8	0,23	1,6	4,7	0,56	1,7	-
UQTR 214	0,008	0,068	11	0,0005	5	1,3	0,0063	3,6	11	0,01	0,015	-
UQTR 215	0,024	0,68	7,2	0,0076	14	5,2	0,021	6,6	20	0,27	0,015	-
UQTR 216	1,3	5,9	10	0,014	2300	71	0,19	240	150	9,4	0,03	-
UQTR 217	2,7	41	8,3	0,0005	7600	220	0,68	900	190	21	0,015	-
UQTR 218	3,5	13	12	0,0005	7200	250	0,24	860	120	24	0,5	-
UQTR 219 - 1	0,067	0,039	8,9	0,0005	5,5	1	0,6	2,4	7,1	0,08	0,015	-
UQTR 219 - 2	0,032	0,033	8,6	0,0005	3,6	0,92	0,94	1,9	6,3	0,12	0,015	-
UQTR 220	0,43	0,48	8,3	0,0005	350	19	0,072	18	26	0,81	0,2	-
UQTR 221	0,022	0,052	8,7	0,0005	5,3	1,5	0,001	4,7	12	0,08	0,015	-
UQTR 222	0,016	0,051	6,7	0,008	3,2	2,2	0,014	3,5	11	0,14	0,015	-
UQTR 223	0,016	0,11	6,3	0,21	18	4,1	0,22	3,4	21	0,34	0,015	-
UQTR 224	0,007	0,046	10	0,003	8,1	1,2	0,25	2,4	6,5	0,13	0,015	-
UQTR 225	2,9	5,1	12	0,0038	4400	120	0,017	310	30	11	0,2	-

Station	B (mg/L)	Sr (mg/L)	Si (mg/L)	Al (mg/L)	Na (mg/L)	K (mg/L)	Mn (mg/L)	Mg (mg/L)	Ca (mg/L)	N-NH ₃ (mg/L)	Phosphore inorganique (mg/L)	Turbidité (UTN)
UQTR 226	0,61	0,36	9	0,0096	50	6,1	7,5	16	51	0,59	0,015	-
UQTR 227 - 1	0,005	0,053	10	0,0005	3,6	1,5	0,37	3,7	10	0,16	0,015	-
UQTR 227 - 2	0,005	0,047	9,9	0,063	3,5	1,5	0,34	3,6	9,4	0,08	0,015	-
UQTR 227 - 3	0,006	0,048	9,3	0,0005	3,2	1,5	0,32	3,4	9,3	0,14	0,015	-
UQTR 227 - 4	0,006	0,047	9,6	0,0005	3,2	1,5	0,3	3,3	8,9	0,17	0,015	-
UQTR 227 - 5	0,005	0,048	10	0,0005	3,3	1,5	0,31	3,4	9,4	0,17	0,015	-
UQTR 228 - 1	0,006	0,5	7,2	0,0005	140	3,9	0,061	14	57	0,03	0,015	-
UQTR 228 - 2	0,006	0,51	7,6	0,0005	130	3,8	0,059	14	58	0,07	0,015	-
UQTR 228 - 3	0,006	0,52	7,4	0,0005	140	3,9	0,062	14	59	0,04	0,015	-
UQTR 228 - 4	0,006	0,51	7,4	0,015	140	3,8	0,059	14	57	0,04	0,015	-
UQTR 228 - 5	0,006	0,5	6,9	0,0005	140	3,9	0,061	14	57	0,05	0,015	-
UQTR 229	0,013	0,11	4,7	0,015	15	1,6	0,028	1,1	8,1	0,04	0,015	-
UQTR 301	0,011	0,042	8,3	0,0005	2,7	0,67	0,22	1,5	5,8	0,01	0,015	-
UQTR 302	0,007	0,038	8,4	0,0005	2,7	0,66	0,19	1,4	5,1	0,01	0,015	-
UQTR 303	0,007	0,035	8	0,0005	2,4	0,63	0,18	1,3	4,8	0,01	0,015	-
UQTR 304	0,003	0,046	10	0,0005	2,4	0,8	0,24	1,7	5,7	0,01	0,015	-
UQTR 305	0,003	0,048	9,2	0,0005	2,5	0,75	0,29	1,7	6	0,03	0,015	-
UQTR 306	0,003	0,048	12	0,0005	2,6	0,72	0,56	2	6,5	0,03	0,015	-
UQTR 307	0,003	0,043	11	0,0005	2,6	0,64	0,61	1,8	6	0,02	0,015	-

Tableau B.10
Base de données géochimiques – Balance ionique (%)

Station	Balance ionique (%)	Station	Balance ionique (%)	Station	Balance ionique (%)	Station	Balance ionique (%)
UQTR 1	-0,91	UQTR 25	-2,04	UQTR 48	4,11	UQTR 71	-11,57
UQTR 2	-2,76	UQTR 26	4,62	UQTR 49	-1,30	UQTR 72	-4,64
UQTR 3	5,69	UQTR 27	16,53	UQTR 50	-14,89	UQTR 73	-6,95
UQTR 4	-0,95	UQTR 28	-5,63	UQTR 51	-14,65	UQTR 74	-2,87
UQTR 5	2,33	UQTR 29	-4,65	UQTR 52	-6,95	UQTR 75	-7,40
UQTR 6	1,81	UQTR 30	-12,69	UQTR 53	-11,93	UQTR 76	-6,60
UQTR 7	3,63	UQTR 31	-17,34	UQTR 54	-4,68	UQTR 77	-6,13
UQTR 8	0,91	UQTR 32	-3,93	UQTR 55	-9,37	UQTR 78	3,31
UQTR 10	-1,97	UQTR 33	-14,13	UQTR 56	-16,67	UQTR 79	-3,49
UQTR 11	-1,79	UQTR 34	8,84	UQTR 57	3,92	UQTR 80	-2,12
UQTR 12	-0,16	UQTR 35	2,48	UQTR 58	-19,74	UQTR 81	-0,49
UQTR 13	-5,84	UQTR 36	-6,53	UQTR 59	-9,16	UQTR 82	-6,86
UQTR 14	-2,11	UQTR 37	0,74	UQTR 60	-9,81	UQTR 83	-6,70
UQTR 15	-4,55	UQTR 38	-1,57	UQTR 61	-10,24	UQTR 84	-5,22
UQTR 16	-1,21	UQTR 39	0,20	UQTR 62	-7,14	UQTR 85	-5,13
UQTR 17	-5,23	UQTR 40	-11,48	UQTR 63	-13,12	UQTR 86	-5,29
UQTR 18	-4,26	UQTR 41	-7,57	UQTR 64	-14,06	UQTR 87	-5,38
UQTR 19	-0,04	UQTR 42	10,95	UQTR 65	-12,21	UQTR 88	-6,04
UQTR 20	-6,47	UQTR 43	-2,79	UQTR 66	-11,54	UQTR 89	-2,86
UQTR 21	-3,86	UQTR 44	8,59	UQTR 67	-13,81	UQTR 90	0,27
UQTR 22	-7,57	UQTR 45	-3,41	UQTR 68	-18,08	UQTR 91	-0,63
UQTR 23	-7,17	UQTR 46	-1,71	UQTR 69	-10,74	UQTR 92	-1,69
UQTR 24	-13,03	UQTR 47	3,58	UQTR 70	-6,52	UQTR 93	-2,88

Station	Balance ionique (%)	Station	Balance ionique (%)	Station	Balance ionique (%)	Station	Balance ionique (%)
UQTR 94	-3,09	UQTR 117	0,76	UQTR 140	4,55	UQTR 163	-1,34
UQTR 95	-3,68	UQTR 118	2,23	UQTR 141	-2,79	UQTR 164	3,25
UQTR 96	-6,38	UQTR 119	1,27	UQTR 142	2,87	UQTR 165	-28,68
UQTR 97	-1,84	UQTR 120	3,62	UQTR 143	25,17	UQTR 166	-7,34
UQTR 98	-7,89	UQTR 121	9,24	UQTR 144	1,62	UQTR 167	3,01
UQTR 99	-2,64	UQTR 122	23,85	UQTR 145	4,66	UQTR 168	3,07
UQTR 100	-14,31	UQTR 123	-10,58	UQTR 146	6,67	UQTR 169	-1,40
UQTR 101	16,31	UQTR 124	6,55	UQTR 147	-3,94	UQTR 170	6,91
UQTR 102	-0,93	UQTR 125	0,36	UQTR 148	-0,10	UQTR 171	-4,71
UQTR 103	0,44	UQTR 126	-2,23	UQTR 149	-3,27	UQTR 172	1,51
UQTR 104	10,59	UQTR 127	-0,79	UQTR 150	17,19	UQTR 173	-6,59
UQTR 105	-1,41	UQTR 128	5,70	UQTR 151	-2,04	UQTR 174	5,48
UQTR 106	-2,68	UQTR 129	10,55	UQTR 152	-2,18	UQTR 175	8,93
UQTR 107	-0,87	UQTR 130	6,51	UQTR 153	26,17	UQTR 176	0,21
UQTR 108	-0,52	UQTR 131	3,08	UQTR 154	2,28	UQTR 177	0,06
UQTR 109	-1,24	UQTR 132	0,67	UQTR 155	-0,66	UQTR 178	0,49
UQTR 110	-1,50	UQTR 133	-2,65	UQTR 156	-2,74	UQTR 179	-0,69
UQTR 111	2,55	UQTR 134	1,00	UQTR 157	-5,01	UQTR 180	2,17
UQTR 112	10,52	UQTR 135	2,18	UQTR 158	-6,02	UQTR 181	2,65
UQTR 113	-2,29	UQTR 136	-2,67	UQTR 159	-3,06	UQTR 182	1,01
UQTR 114	-16,98	UQTR 137	-1,99	UQTR 160	-3,12	UQTR 183	-0,37
UQTR 115	-6,77	UQTR 138	8,17	UQTR 161	-4,62	UQTR 184	-3,76
UQTR 116	4,56	UQTR 139	34,45	UQTR 162	-4,03	UQTR 185	-0,92

Station	Balance ionique (%)	Station	Balance ionique (%)	Station	Balance ionique (%)
UQTR 186	0,48	UQTR 210	-12,47	UQTR 228 - 1	-5,54
UQTR 187	3,43	UQTR 211	-59,89	UQTR 228 - 2	-4,48
UQTR 188	1,49	UQTR 212	8,10	UQTR 228 - 3	-4,96
UQTR 189	5,56	UQTR 213	6,60	UQTR 228 - 4	-1,18
UQTR 190	20,68	UQTR 214	1,88	UQTR 228 - 5	-5,45
UQTR 191	-0,30	UQTR 215	3,01	UQTR 229	5,84
UQTR 192	9,24	UQTR 216	-4,83	UQTR 301	3,05
UQTR 193	0,00	UQTR 217	-4,02	UQTR 302	4,42
UQTR 194	-1,25	UQTR 218	-4,57	UQTR 303	2,49
UQTR 195	-1,57	UQTR 219 - 1	2,88	UQTR 304	2,51
UQTR 196	-2,40	UQTR 219 - 2	-3,30	UQTR 305	4,83
UQTR 197	-2,23	UQTR 220	0,44	UQTR 306	-1,79
UQTR 198	-5,84	UQTR 221	3,60	UQTR 307	-2,21
UQTR 199	-9,24	UQTR 222	1,41		
UQTR 200	-0,20	UQTR 223	0,39		
UQTR 201	2,75	UQTR 224	-0,76		
UQTR 202	6,30	UQTR 225	-1,93		
UQTR 204	-2,45	UQTR 226	-2,49		
UQTR 205	-4,13	UQTR 227 - 1	-3,17		
UQTR 206	1,48	UQTR 227 - 2	-4,70		
UQTR 207	11,68	UQTR 227 - 3	-3,64		
UQTR 208	-24,18	UQTR 227 - 4	-4,49		
UQTR 209	-11,93	UQTR 227 - 5	-2,44		